

Aus dem Tropen-Institut
der Justus Liebig-Universität Gießen
Abteilung Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Leiter: Professor Dr. N. Atanasiu

**Wirkung verschiedener Bewässerungsverfahren
auf Entwicklung, Ertragsbildung und
Nährstoffaufnahme der Baumwollpflanze in der
Menemen-Ebene-Izmir - der Westtürkei**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades
im Fachbereich Angewandte Biologie
der Justus Liebig-Universität Gießen

eingereicht von
Dipl. Ing. agr. Necmi Özçürümez
aus Tarsus-(İçel) / Türkei

Gießen 1974

Ann. des Tropenherb.
des Jungs Universität Berlin
Abteilung Pflanzenf. und Tiermed.
C. Letten: Botanik, Dr. M. Arnold

Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus dem Tropen-Institut
der Justus Liebig-Universität Gießen
Abteilung Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Leiter: Professor Dr. N. Atanasiu

**Wirkung verschiedener Bewässerungsverfahren
auf Entwicklung, Ertragsbildung und
Nährstoffaufnahme der Baumwollpflanze in der
Menemen-Ebene-Izmir - der Westtürkei**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades
im Fachbereich Angewandte Biologie
der Justus Liebig-Universität Gießen

eingereicht von
Dipl. Ing. agr. Necmi Özçürümez
aus Tarsus-(İçel)/Türkei

Gießen 1974



Dekan: Professor Dr. W. Schuster
1. Berichterstatter: Professor Dr. N. Atanasiu
2. Berichterstatter: Professor Dr. H. Weber

Tag der mündlichen Prüfung: 16. August 1974

INHALTSVERZEICHNIS

	<u>Seite</u>
1. Einleitung und Fragestellung	1
2. Standortbedingungen	11
2.1 Klima - Witterung	11
2.2 Böden	16
2.3 Beschaffenheit des Bewässerungswassers	23
3. Versuchsanstellung und -methodik	25
3.1 Versuchsanlage	25
3.2 Wassergabe	34
3.3 Ertragsermittlung und Beobachtungen	37
3.4 Analysemethoden	40
3.5 Wurzeluntersuchungen	40
4. Ergebnisse der Feldversuche	43
4.1 Phänologische Daten und Vegetationsbeobachtungen von 1969 und 1971	43
4.1.1 Entwicklung der Pflanzenhöhe	47
4.1.2 Anzahl der Seitentriebe	51
4.1.3 Blattzahl	54
4.1.4 Knospen	57
4.1.5 Blütenzahl	61
4.1.6 Kapseln	65
4.1.7 Wurzelwachstum	70
4.2 Wachstum und Trockenmasse	75
4.3 Ernteerträge	91
4.3.1 Gesamterträge	92
4.3.2 Fasererträge	99

	<u>Seite</u>
4.3.3	Samenerträge 102
4.3.4	Faser-Samen-Verhältnis 103
4.4	Nährstoffgehalt, Nährstoffaufnahme und Nährstoffentzug 105
4.4.1	Nährstoffgehalte im Laufe der Vegetation 105
4.4.2	Nährstoffaufnahme der Gesamtpflanze im Laufe der Vegetation 107
4.4.2.1	Gesamt-N-Aufnahme 107
4.4.2.2	Gesamt-P-Aufnahme 112
4.4.2.3	Gesamt-K-Aufnahme 112
4.4.2.4	Gesamt-Ca-Aufnahme 118
4.4.2.5	Gesamt-Mg-Aufnahme 121
4.4.2.6	Gesamt-Na-Aufnahme 121
4.4.3	Nährstoffgehalt der einzelnen Pflanzenteile am Ende der Vegetation 126
4.4.4	Nährstoffaufnahme der einzelnen Pflanzenteile am Ende der Vegetation 129
4.4.4.1	N-Aufnahme der einzelnen Pflanzenteile 129
4.4.4.2	P-Aufnahme der einzelnen Pflanzenteile 133
4.4.4.3	K-Aufnahme der einzelnen Pflanzenteile 136
4.4.4.4	Ca-Aufnahme der einzelnen Pflanzenteile 139
4.4.4.5	Mg-Aufnahme der einzelnen Pflanzenteile 142
4.4.4.6	Na-Aufnahme der einzelnen Pflanzenteile 142
4.4.5	Nährstoffentzüge der Baumwolle 1969 und 1971 147
4.4.5.1	N-Entzüge der Baumwolle 147
4.4.5.2	P-Entzüge der Baumwolle 151
4.4.5.3	K-, Ca-, Mg- und Na-Entzüge der Baumwolle 151
5.	Diskussion der Ergebnisse 153
6.	Zusammenfassung 160
7.	Literaturverzeichnis 164

1. EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG

Der Bedarf des Menschen an Nahrung und Kleidung übte von jeher einen entscheidenden Einfluß auf die Entwicklung von Handel, Wirtschaft und Industrie aus, und in der modernen Industriegesellschaft sind ganze Wirtschaftszweige auf die Erfüllung dieser Grundbedürfnisse des Menschen ausgerichtet.

Pflanzliche und tierische Rohstoffe müssen in steigendem Maße zur Deckung des durch die wachsende Bevölkerungszahl ansteigenden Bedarfs produziert werden. Sowohl die Erhöhung der Flächenerträge als auch die Inkulturnahme bisher ungenutzter Flächen wird in weiten Gebieten der Erde durch den Mangel an Wasser begrenzt. Zur Überwindung dieses Minimumfaktors gewinnt die künstliche Bewässerung zunehmende Bedeutung. Von der Entwicklung wassersparender Bewässerungsverfahren unter gleichzeitiger Ausschaltung der durch die Bewässerung bedingten Nachteile für die Bodenfruchtbarkeit durch Dränage wird es in Zukunft weitgehend abhängen, ob der steigende Bedarf an pflanzlichen und tierischen Rohstoffen gedeckt werden kann.

Die Baumwolle liefert seit langem einen Hauptrohstoff für die Bekleidungsindustrie, und in manchen Baumwolle erzeugenden Ländern trägt die Baumwolle durch den Ölgehalt ihrer Samen entscheidend zur Fettversorgung der Bevölkerung bei. Die Baumwolle ist also nicht nur die bedeutendste Feinfaserpflanze, sondern zugleich eine bedeutende Ölpflanze.

Trotz der Konkurrenz durch künstliche Fasern ist die Baumwollerzeugung in den letzten 20 Jahren noch gestiegen. Diese Tatsache spricht für die hohe Qualität der Baumwollfaser für die Textilherstellung. Neben den in vielen Entwicklungsländern vorhandenen Reserven an Bodenschätzen, Energiequellen und billigen Arbeitskräften bilden landwirtschaftlich erzeugte Rohstoffe, wie Baumwolle, das Potential für die Entwicklung der Industrie und des Exports. In den Entwicklungsländern mit Baumwollanbau ist ein Anreiz zum Aufbau eigener Textilfabriken gegeben. Die Möglichkeit der Verarbeitung von Baumwolle im Erzeugerland anstelle des Rohstoffexports wird in steigendem Maße genutzt. Dadurch werden Arbeitsplätze für die wachsende

Bevölkerung geschaffen und höhere Deviseneinnahmen durch den Export von Textilien erzielt.

Während die Weltanbaufläche der Baumwolle (Tabelle 1) in den letzten 20 Jahren nur geringfügig zugenommen hat, wurde in der gleichen Zeit die Weltproduktion von 7,6 auf 11,8 Mill. Tonnen erhöht, d.h. der Flächenertrag an Baumwollfasern wurde um 50 % auf 3,6 dz/ha gesteigert. Beachtenswert scheint die Tatsache, daß die Baumwolle in Asien, Afrika und Südamerika, also in den Entwicklungsländern, an Bedeutung gewonnen hat, während die Anbaufläche in Nord- und Zentralamerika auf fast die Hälfte reduziert wurde. Die Steigerung der Flächenerträge in allen Kontinenten (außer Europa) kann auf die Verbesserung der Sorten und Anbaumethoden, nicht zuletzt der Bewässerung, zurückgeführt werden.

Die Türkei ist ein Agrarland, dessen Bevölkerung jährlich um eine Million Menschen zunimmt. Von den derzeit 36 Millionen Menschen leben 24 Mill. bzw. 67 % von der Landwirtschaft (FAO Prod. Yearbook 1971). Die Landwirtschaft bildet die Grundlage für die Gesamtwirtschaft des Landes, und 80 % der Exportgüter bestehen aus landwirtschaftlichen Produkten. Sowohl als Rohstoff für die heimische Industrie als auch als Exportgut hat die Baumwolle für die Türkei in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen. Im Exportwert hat sie sogar den Tabak übertroffen. Während die Türkei in den Jahren 1934 - 1948 durchschnittlich 16.700 t Baumwolle exportierte, erreichte die Ausfuhr bereits 1966 227.700 t und stand damit nach den USA (1.050.200 t), der UdSSR (520.000 t), Ägypten (314.000 t), Mexiko (307.000 t) auf dem 5. Platz der baumwollexportierenden Länder (International cotton advisory committee 1967).

In der Rangliste der baumwollerzeugenden Länder (Tabelle 2) hat die Türkei seit 1948 ihren Platz um eine Stelle verbessern können. Während sie heute in der Anbaufläche am 9. Platz steht, nimmt sie in der Produktion mit Mexiko zusammen die 7. und 8. Stelle der Weltrangliste ein, bedingt durch die hohen Flächenerträge, die in den letzten 20 Jahren von 2,5 auf 7,4 dz/ha gesteigert, also verdreifacht wurden. Dieser Flächenertrag wird heute nur noch von der UdSSR, Ägypten und Mexiko leicht übertroffen.

Tabelle 1: Der Baumwollanbau in den verschiedenen Kontinenten - Anbaufläche, Produktion und Flächenertrag (FAO Prod. Yearbook 1971)

	Welt		Europa		N - Z Amerika		Südamerika		Asien		Afrika	
	1948- 1952	1971	1948- 1952	1971	1948- 1952	1971	1948- 1952	1971	1948- 1952	1971	1948- 1952	1971
Anbau- fläche Mill. ha	31,0	33,1	0,4	0,3	10,5	5,4	2,6	3,3	8,0	11,2	3,1	4,9
Prod. Mill. t	7,6	11,8	0,1	0,2	3,3	2,9	0,6	0,8	1,1	2,6	0,7	1,3
Flächen- ertrag dz/ha	2,4	3,6	3,6	1,5	3,2	5,3	2,1	2,5	1,4	2,4	2,2	2,7

Tabelle 2:

Der Baumwollanbau in den wichtigsten Erzeugerländern - Anbaufläche, Produktion und Faserertrag (FAO Prod. Yearbook 1971)

Jahre	USA	UdSSR	China	Indien	Brasilien	Pakistan	Ägypten	Mexiko	Uganda	Türkei
			Anbaufläche 1000 ha							
1948-52	9799	2242	4035	5659	1894	1249	761	676	624	474
1961-65	5915	2421	4314 [†]	7987	2226	1468	738	800	831	660
1967	3236	2442	5059 [†]	7995	2023	1800	683	689	840	718
1968	4112	2445	4978 [†]	7685	2266	1757	615	723	829	713
1969	4475	2540	4978 [†]	7712	2631	1756	681	524	845 [†]	639
1970	4518	2746	5059 [†]	7689	2873	1747	683	403	877 [†]	528
1971	4658	2850 ^F	5059 ^F	7730	2428	1780	690	466	1020 [†]	670 [†]
			Produktion 100 Tonnen							
1948-52	3105	1074 [†]	786	575	339	261	396	222	66	119
1961-65	3252	1701 [†]	1063 [†]	1032	481	383	452	497	65	273
1967	1624	2040	1518 [†]	1149	444	520	437	434	63 [†]	396
1968	2384	1995	1474 [†]	1062	596	529	437	531	77	435
1969	2175	1915	1518 [†]	1052	720	539	541	379	85	400
1970	2213	2343	1518 [†]	954	672	531	509	312	75 [†]	400

Fortsetzung Tabelle 2:

Jahre	USA	UdSSR	China	Indien	Brasilien	Pakistan	Ägypten	Mexiko	Uganda	Türkei
					Faser-Extrag 100 kg/ha					
1948-52	3,2	4,8	1,9	1,0	1,8	2,1	5,2	3,3	1,1	2,5
1961-65	5,5	7,0 ⁺	2,5 ⁺	1,3	2,2	2,6	6,1	6,2	0,8	4,1
1967	5,0	8,4	3,0 ⁺	1,4	2,2	2,9	6,4	6,3	0,7 ⁺	5,5
1968	5,8	8,2	3,0 ⁺	1,4	2,6	3,0	7,1	7,3	0,9	6,1
1969	4,9	7,5	3,0 ⁺	1,4	2,7	3,1	7,9	7,2	1,0 ⁺	6,3
1970	4,9	8,4	3,0 ⁺	1,2	2,3	3,0	7,5	7,7	0,9 ⁺	7,6
1971	5,3	8,4 ^F	3,0 ^F	1,4	2,1	3,4	7,8	7,8	0,9 ⁺	7,4 ⁺

+ = Nach Schätzung der UN

F = Nach Schätzung der FAO

Das zeugt von einem hohen Stand der Intensivierung im türkischen Baumwollanbau.

Obwohl die Baumwolle als tropische Pflanze mit mehrjährigem Charakter zu betrachten ist, werden die höchsten Erträge nicht in tropischen Ländern, sondern in subtropischen Gebieten und niederschlagsarmen Ländern, wie Ägypten, erzielt. Das liegt an den Klimaansprüchen der Baumwolle bei einjährigem Anbau. Hohe Temperaturen und hohe Sonneneinstrahlung bei wolkenlosem Himmel begünstigen die Entwicklung und Ertragsbildung der Baumwolle (109, 120). Diese Voraussetzungen sind in den subtropischen Gebieten der nördlichen Halbkugel während der heißen, trockenen Sommermonate gegeben, und durch die züchterische Erzeugung von Sorten mit kurzer Vegetationszeit ist der limitierende Faktor für den Baumwollanbau, die Dauer des Sommers, in diesen Gebieten überwunden worden, so daß der Baumwollanbau in den subtropischen Gebieten stärkere Ausdehnung erfahren konnte. Die Hauptanbauländer für Baumwolle sind auf der nördlichen Halbkugel zu finden (Tabelle 2). Der Grund dafür liegt in den klimatischen Unterschieden zwischen nördlicher und südlicher Halbkugel. Auf der nördlichen Halbkugel mit einem größeren Festlandanteil herrscht ein mehr kontinentales Klima mit kälteren Wintern und heißen Sommern in den Breiten, die für den Baumwollanbau in Frage kommen, während auf der südlichen Halbkugel in diesen Breiten maritimes, ausgeglichenes Klima vorwiegend anzutreffen ist, das den Baumwollansprüchen nicht genügt.

Die Ausdehnung der Baumwollerzeugung in den subtropischen Ländern mit trockenen, heißen Sommern war nur durch die gleichzeitige Einführung bzw. Ausdehnung und Weiterentwicklung der Bewässerung möglich.

Der Baumwollanbau erfolgte von 1965-1965 in der Türkei zu 43 % ohne Bewässerung und zu 57 % mit Bewässerung während der trockenen Sommermonate (20). Heute werden im Ege-Gebiet 90 %, in der Südtürkei nur etwa 60 % der Baumwolle bewässert. Infolgedessen sind die erzielten Erträge im Süden geringer als im Ege-Gebiet. In diesen Gebieten sind günstige Temperatur- und Sonnenscheinbedingungen gegeben und Bewässerungsmöglichkeiten vorhanden. Mit der Schaffung von Bewässerungsanlagen wurde nach der Gründung der Türkischen Republik durch den Bau von Talsperren und Be-

wässerungsnetzen begonnen. Im Rahmen der letzten beiden Fünfjahres-Entwicklungspläne (1962 - 1972) wurden besonders die Errichtung von Bewässerungsanlagen, die Beschaffung der erforderlichen Bewässerungsausrüstung und die Ausbildung technischen Personals gefördert.

Nach dem Bau des Emiralem-Stauwehres im Gediztal im Jahre 1934 entwickelte sich die Menemen-Ebene zu einem bedeutenden Bewässerungsgebiet in dieser Gegend. Der Ausbau des dazugehörigen Kanalsystems erbrachte eine bewässerbare Fläche von ca. 12.000 ha in der Menemen-Ebene. Davon wurden schwankend von Jahr zu Jahr ca. 9.000 ha tatsächlich bewässert, wobei etwa 80 % der Fläche mit Baumwolle bestellt wird, d.h. Baumwolle wird vorwiegend in Monokultur angebaut. Absolut gesehen hat die Baumwollanbaufläche in der Menemen-Ebene in den letzten 10 Jahren nicht zugenommen, sondern ist leicht zurückgegangen (Tabelle 3), und zwar auf Kosten eines zunehmenden Anbaues von Weizen, Mais und Sonnenblumen sowie Gemüse, Blumen, Baumschulen und Luzerne unter Bewässerung. Der vor 10 Jahren fast ausschließliche Anbau von Baumwolle und Wein war durch die Marktlage bedingt. Die hohen Investitionen und laufenden Kosten der Bewässerung konnten nur durch diese Kulturpflanzen rentabel gedeckt werden. Erst in den letzten Jahren wurden andere Kulturen, bedingt durch die Nachfrage der Großstadt Izmir nach Gemüse, Obst und Milch, für den Anbau interessant. Durch die Einführung von Hohertragsweizensorten gewann der Weizenanbau in diesem Bewässerungsgebiet an Bedeutung, da der Weizen hier im Winter nach der Baumwollernte angebaut werden kann und im Folgejahr den Anbau von Gemüse oder Futtermais auf der gleichen Fläche zuläßt.

Beim Bau der Bewässerungsanlagen in der Menemen-Ebene wurde die Notwendigkeit einer gleichzeitigen Entwässerung nicht hinreichend beachtet, so daß auf einigen Flächen durch Versalzung und Versumpfung die anfangs hohen Erträge zurückgingen und Rekultivierungsmaßnahmen notwendig wurden. In diesem Zusammenhang gewann der Reisanbau in diesem Gebiet an Bedeutung. Neben dem Versalzungsproblem besteht in der Menemen-Ebene die Notwendigkeit, die Bewässerungsmethoden zu verbessern, denn, wie die Aufstellung in Tabelle 3 zeigt, werden einige Kulturen noch durch Wildberieselung und unkontrollierten Einstau zum Teil auf nicht genügend planierten

Tabelle 3: Anbaufläche von Bewässerungskulturen in ha und die dazugehörigen Bewässerungsarten in der Menemen-Ebene (nach Wasserwirtschaftsamt in Menemen) (105)

Kulturart	J a h r e										Bewässerungsarten
	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971
Baumwolle	7009,4	6974,4	7621,1	7540,1	6594,4	7687,1	7948,3	8205,6	6363,9	5902,9	6450,3
Reis	26,6	262,2	321,5	114,1	601,4	1217,3	518,0	145,6	403,0	386,5	405,5
Weingarten	384,7	567,9	474,5	503,5	784,2	475,2	463,3	475,2	486,4	524,6	347,4
Getreide (Weizen)	--	--	--	--	--	--	--	242,5	3,4	196,2	298,1
Mais und Sonnenblumen	16,1	9,4	13,9	18,2	7,8	9,2	14,8	32,5	172,5	327,6	157,3
Gemüse und Blumen	9,0	61,7	62,9	63,8	51,1	40,4	46,9	79,1	86,8	179,7	119,5
Obst	40,4	41,6	40,2	36,3	18,3	39,9	45,5	55,6	66,2	67,3	79,5
Baumschulen	7,7	18,0	13,0	11,3	6,1	13,4	9,0	10,4	23,3	45,9	12,3
Futterpflanzen (Luzerne)	5,1	0,5	1,5	1,2	0,6	2,7	--	22,7	22,9	66,2	57,7
Sesam	--	0,2	--	--	--	--	0,2	0,2	--	1,1	44,6
Sonstiges	123,2	196,4	196,7	427,8	240,8	281,7	325,2	292,8	326,3	661,7	833,3
Gesamt bewässerbare Fläche	7663,2	8150,7	8754,6	8758,9	8341,7	9772,6	9383,9	9582,5	7999,5	8816,2	8968,1

Flächen bewässert. Wassersparende Methoden der Bewässerung müssen eingeführt werden, da die Wasservorräte des Stausees in Abhängigkeit von den im Einzugsgebiet sehr unterschiedlichen Winterniederschlägen oft knapp sind und die Bewässerungsfläche limitieren.

Im Rahmen eines von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Schwerpunktprogrammes über Bewässerungsprobleme in Trockengebieten und in Verbindung mit dem Partnerschaftsabkommen zwischen den landwirtschaftlichen Fakultäten der Universitäten in Gießen und Bornova-Izmir wurde im Jahre 1968 ein Versuchsfeld auf dem Fakultätsgut der Ege-Universität Izmir angelegt, um verschiedene Bewässerungsverfahren zu studieren. Im Frühjahr 1969 folgte die Anlage eines zweiten Versuchsfeldes auf der staatlichen Bewässerungsversuchsstation in der Nähe der Kleinstadt Menemen, wo günstige organisatorische und technische Voraussetzungen für Forschungen auf dem Gebiet der Bewässerung gegeben waren.

Auf diesen Versuchsflächen wurden seit 1968 von einer Arbeitsgruppe unter Leitung der Gießener Professoren Atanasiu, Jung und Weber vergleichende Untersuchungen über verschiedene Bewässerungsverfahren in kulturtechnischer, bodenkundlicher und pflanzenbaulicher Hinsicht durchgeführt. Die in fünfjähriger Versuchstätigkeit erarbeiteten Versuchsergebnisse wurden in gesonderten Abhandlungen mit den folgenden Themen ausgewertet:

1. Versuche mit Unterflurbewässerung im mediterranen Gebiet der Türkei.
2. Vergleichende Untersuchungen über die Wirkung verschiedener Bewässerungsverfahren auf die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Bodens in der Menemen-Ebene, Izmir/Türkei.
3. Die Wirkung verschiedener Bewässerungsverfahren auf die Entwicklung, Ertragsbildung und Nährstoffaufnahme der Baumwollpflanze in der Menemen-Ebene/Westtürkei.

Zu den beiden ersten Themen wurden Veröffentlichungen (65, 88) in Form von Dissertationen von Erdin und Imamoglu vorgelegt. Außerdem wurden

Beiträge in Zeitschriften von Dr. W. Mertin (112, 113, 114, 115, 116, 117) in diesem Themenkreis verfaßt. Die vorliegende Dissertation bildet einen wesentlichen Beitrag zu dem dritten Thema. Dabei werden die Auswirkungen der verschiedenen Bewässerungsverfahren unter Einbeziehung von neuzeitlichen Bewässerungsmethoden unter den gegebenen klimatischen und bodenkundlichen Voraussetzungen für die in diesem Gebiet vorwiegend angebaute Baumwollpflanze untersucht. Eine zentrale Stellung nimmt dabei die Frage ein, welches Bewässerungsverfahren mit gleicher Wassergabe für die qualitative und quantitative Steigerung der Erträge am wirksamsten ist. Besondere Beachtung findet dabei die Frage, welche Vor- und Nachteile das Verfahren der Unterflurbewässerung und die Beregnung im Vergleich mit dem in diesem Gebiet üblichen Furchen- und Borderbewässerungsverfahren besitzen. Als Kriterien für die Erfassung der Wirkung unterschiedlicher Bewässerungsmethoden werden nicht nur die erzielten Erträge herangezogen, sondern Beobachtungen und Messungen der wachsenden Pflanzen ebenso wie die zeitliche Trockenmassebildung und Nährstoffaufnahme. Dazu werden die auf dem Versuchsfeld in Menemen 1969 und 1971 beim Baumwollanbau gewonnenen Ergebnisse herangezogen.

2. STANDORTBEDINGUNGEN

Das Gediztal ist hinsichtlich der Einzugsgröße das zweitgrößte Gebiet Westkleinasiens, welches durch den westlich von der Stadt Manisa liegenden Emiralem-Engpaß in Ober- und Untertal geteilt wird. Dieser von dem Emiralem-Engpaß bis zum ägäischen Meer sich erstreckende Teil wird als Menemen-Ebene bezeichnet. Sie ist im Osten vom Yamanlar-Gebirge und im Norden von den Foca-Gebirgszügen umgeben. Ihre Flächen-größe beträgt in Nord-Süd-Richtung ca. 30 km und Ost-West-Richtung etwa 20 km (175). Der Versuchsstandort liegt im Untertal des Gedizflusses, nämlich in der Menemen-Ebene ($38^{\circ}35'$ N und $27^{\circ}04'$ O), in der sich die zweite in der Türkei gegründete Versuchsstation für Bewässerungswirtschaft befindet, deren Aufgabe es ist, neue Anbau- und Bewässerungsmethoden zu erproben sowie bewährte Methoden durch Beratung der Bauern in die Praxis einzuführen. Die Menemen-Ebene wird durch den Gediz-Fluß be- und entwässert. Sie hat 16.504 ha LN-Fläche und davon sind 12.173 ha bewässerbar.

Für einen erfolgreichen Baumwollanbau in diesem Gebiet sind die klimatischen Voraussetzungen besonders wichtig. Neben dem Boden als weiterem natürlichen Standortfaktor kommt der Qualität des Bewässerungswassers bei Bewässerungskulturen entscheidende Bedeutung zu. Deshalb sollen im folgenden diese drei Standortfaktoren als wichtigste Versuchsbedingungen beschrieben werden.

2.1 KLIMA - WITTERUNG

Mit feuchten, milden, regenreichen Wintern und sonnigen, trockenheißen Sommern hat das Klima des Standortes einen ausgesprochen typisch mediterranen Charakter, in welchem die Wärmeansprüche der Baumwolle in den Sommermonaten für das normale Gedeihen erfüllt sind; vorausgesetzt, daß ausreichende Wasserversorgung durch Bewässerung sichergestellt ist. Für die erforderliche Keimungstemperatur und die Wärmeansprüche während der weiteren Entwicklungsstadien der Baumwollpflanze liegen die

langjährigen Durchschnittstemperaturwerte der Vegetationsmonate durchaus günstig. Wie aus Tabelle 4 hervorgeht, beträgt die langjährige durchschnittliche Monatstemperatur für Mai 19,6, für Juni 24,4, für Juli 26,7, für August 26,2, für September 21,9 und für Oktober 17,8⁰ C. Vergleicht man die monatlichen Durchschnittstemperaturen der Versuchsjahre 1969 und 1971 während der Vegetationsperiode mit den langjährigen Durchschnittswerten, so stellt man fest, daß sie annähernd übereinstimmen. Im allgemeinen gehört die Menemen-Ebene zu den wärmsten Gegenden der Türkei. Die mittlere Jahrestemperatur schwankt zwischen 16 und 17⁰ C. Für den Standort Menemen beträgt das absolute Minimum -7,6⁰ C und das absolute Maximum +44⁰ C.

Auffallend ist, daß durch den Einfluß des naheliegenden Meeres eine überaus gleichmäßig hohe Temperatur während der Hauptvegetationsperiode herrscht. Die Temperaturschwankungen zwischen Tag und Nacht während der Vegetationsdauer sind unwesentlich; sie liegen zwischen ca. 5 bis 8⁰ C. Der Mai ist der Übergangsmonat von der kühlen zur heißen Jahreszeit. Die heißesten Monate sind mit einer Durchschnittstemperatur von über 24⁰ C Juni, Juli und August; die kältesten unter 8⁰ C Januar und Februar. Die durchschnittliche Zahl der tropischen Tage mit einer Temperatur von über 30⁰ C beträgt ca. 100, und sie verteilen sich auf die Monate Juni, Juli, August und September.

Für den Versuchsansteller und für die Landwirte ist die Dauer der frostfreien Zeitspanne von höchstem Interesse, da die Baumwollpflanze in keinem Stadium ihrer Entwicklung Frost und schroffe Temperatursprünge vertragen kann. Die Zeit des ersten Auftretens der Fröste ist im November und die der letzten Ende März. Nach langjährigen meteorologischen Beobachtungen beträgt die Anzahl der Frosttage im Durchschnitt jährlich 10 Tage, die hauptsächlich in die Zeit zwischen dem 20. Dezember und dem 27. Januar fallen.

Die durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge schwankt zwischen 600 und 700 mm. Die Verteilung der Niederschläge über das Jahr, insbesondere über das Sommerhalbjahr, welches in erster Linie den Versuchs-

Tabelle 4: Klimadaten für den Versuchsstandort
(Temperatur und Niederschläge für 1969 - 1971 und lang-
jähriges Mittel)

Monat	Temperatur ° C			Niederschlag mm		
	1969	1971	lang- jährig	1969	1971	lang- jährig
Januar	6,3	10,6	8,4	142,0	76,7	108,2
Februar	10,4	8,0	9,3	74,0	124,9	86,9
März	10,0	11,1	10,8	45,2	155,4	67,2
April	12,5	13,8	15,0	39,5	18,1	48,0
Mai	21,0	20,6	19,5	18,8	1,5	38,5
Juni	24,5	24,5	24,1	1,8	--	8,8
Juli	25,1	25,2	26,8	4,8	13,4	3,9
August	25,1	26,5	26,7	--	48,2	3,6
September	23,5	21,6	22,2	2,4	0,8	11,1
Oktober	17,2	14,9	17,5	0,2	24,3	36,4
November	13,2	12,4	13,5	13,5	122,3	87,3
Dezember	11,4	7,7	10,0	295,6	66,5	116,0
	16,7	16,4	17,0	637,8	652,1	615,9
	Jahresdurchschnitt			Jahressumme		

ansteller und Baumwollanbauer interessieren wird, ist ziemlich ungleichmäßig. Was den Gesamtniederschlag anbelangt, zeichnet sich der mediterrane Typus dadurch aus, daß die variierende Regenmenge zu 50 % im Winter, zu 25 % im Frühling, zu 22 % im Herbst und nur zu 3 % im Sommer fällt. Infolgedessen beläuft sich das jährliche Wasserdefizit im langjährigen Durchschnitt auf 1009,5 mm (65). Die Regenzeit beginnt allmählich im Oktober und erreicht ihren Höhepunkt im Dezember und Januar mit Durchschnittswerten von etwa 100 mm. Es ist aus Tabelle 4 ersichtlich, daß im Versuchsjahr 1969 in den Monaten Dezember und Januar die Niederschlagsmenge über dem Maximum liegt. Wegen der für Sommerfrüchte ungünstigen Niederschlagsverteilung erfordert in diesem semiariden Gebiet ein

erfolgreicher Baumwollanbau den Bewässerungseinsatz, während Winterfrüchte, z. B. Weizen, deren Hauptvegetationsperiode innerhalb der regenreichen Zeit liegt, auch in der Regel ohne Bewässerungseinsatz auskommen.

Die Jahresmittel der relativen Luftfeuchtigkeit liegen zwischen 61 und 71 %. Während die Luftfeuchtigkeit in den Wintermonaten durchschnittlich bei 70 % liegt, zeigt der Feuchtigkeitsmesser in den Sommermonaten im Durchschnitt auf 54 %. Über die Schwankungen der Verdunstung, die nach Schendel, Schendel-Baumann und nach Class A Pan ermittelt wurden, gibt Tabelle 5 Aufschluß.

Das Jahresmittel der Sonneneinstrahlung liegt bei 65 %, während im Juli und August der Prozentsatz auf 90 % steigt und im Dezember und Januar auf 40 % sinkt. Durchschnittlich sind 60 Tage im Jahr bewölkt. Die Sonnenscheindauer in Monatsmitteln beträgt während der Hauptvegetations- und Bewässerungsperiode für Juni 11,6 Std./Tag, für Juli 12,7, für August 12,1 und für September 10,1 Std./Tag, wobei das Maximum mit 14 Std./Tag im Juni liegt (65). Es ist aus Tabelle 5 zu entnehmen, daß die mit dem Aktinograph gemessene tägliche Sonnenenergie im Jahresmittel $376,9 \text{ cal/cm}^2$ beträgt, während das Maximum mit $581,1 \text{ cal/cm}^2$ im Juni und das Minimum mit $146,7 \text{ cal/cm}^2$ im Januar liegt. Die vorherrschenden Winde kommen aus östlichen Richtungen. Die höchste registrierte Windgeschwindigkeit beträgt $21,9 \text{ m/sek.}$, und der Durchschnitt liegt bei 4 m/sek.

Tabelle 5: Klimatische Daten der Messenen-Ebene (65)

Monat	Temperatur*		Temperatur**		Bodentemperatur**		Sonnenschein**		Wind		Niederschlag*		Class A Pan *		Verdunstung		N-PE in mm		
	β	Max. β Min. in °C	abs.	Max. Min. in °C	10 cm	20 cm	50 cm	in h	in gal/ cm	rel. Luft- feuchtigk.* β Min. in %	β	höchst. (tagl.)	in mm	φ	höchst. (tagl.)	nach Schenkel u. Schendel 1) 2)		n. Baumau u. Schendel 2)	
1	11,0	3,7	20,5	- 7,6	7,7	8,1	9,8	131,6	193,7	4,5	70	28	101,8	66,0	70,5	12,5	48,0	36,9	+ 31,7
2	12,4	4,5	24,3	- 4,6	8,3	8,4	9,9	148,9	232,2	4,4	71	25	114,1	110,0	75,3	17,6	54,0	38,1	+ 38,7
3	16,1	6,8	28,6	- 3,0	11,1	10,9	11,7	187,1	315,2	4,6	69	17	67,6	83,9	98,5	18,0	77,2	58,5	- 30,1
4	20,1	8,4	31,0	0,1	16,5	16,2	15,7	244,2	442,8	3,5	63	15	48,7	43,0	124,7	17,5	107,4	71,9	- 76,0
5	25,5	12,0	35,6	3,8	24,1	21,5	20,6	305,4	519,2	2,8	62	15	48,5	29,1	133,7	10,2	147,9	100,7	- 85,-
6	31,5	17,1	39,9	8,4	27,5	26,8	25,6	350,1	561,1	3,0	52	22	5,6	13,7	212,6	14,4	230,8	127,5	- 207,6
7	33,4	19,0	40,6	10,7	28,7	29,1	28,6	394,1	580,6	3,0	49	20	0,5	21,5	243,8	12,7	263,5	141,8	- 243,3
8	33,1	18,4	44,3	10,8	30,0	29,4	29,6	373,1	533,6	2,9	53	16	0,9	12,8	214,7	12,0	235,5	137,0	- 213,8
9	30,0	15,6	37,4	6,4	25,2	25,3	26,5	340,0	423,0	2,9	58	19	33,6	45,0	158,2	9,5	185,4	114,2	- 134,5
10	24,4	12,1	34,3	3,7	19,3	20,8	22,1	239,3	330,6	2,8	64	22	45,0	53,0	111,7	10,5	116,3	81,7	- 86,7
11	19,5	10,0	31,0	- 1,8	13,9	14,4	16,5	170,1	224,3	4,0	72	28	63,6	119,8	88,2	12,3	93,3	71,4	- 24,6
12	14,4	7,5	25,4	- 3,0	9,8	10,2	12,0	124,5	146,7	4,2	70	24	105,7	63,6	102,7	15,4	72,7	55,9	+ 3,7
Summe bzw. Mittel- wert oder Extrem- wert	22,6	11,2	44,3	- 7,6	18,4	18,4	19,0	242,4	376,9	3,6	63	15	625,1	119,8	1634,6	18,0	1632,0	1035,6	-1009,5

T. C. Tarım Bakanliği Meteoroloji Bülteni T. B. 422, 1967 Ankara (Mittelwerte von 1929-1965)

Altuglu, Belma, 1966; Menemen 1953-1965 Tarım Yılları İklim Raporu ve Hidrolojik Tamlamaları (Beobachtungszeitraum 1953-1965) Nispetiye Sayısı: 20

1.) PE = $\frac{\text{Tagestemp.} - \text{Nachttemp.}}{\text{rel. Luft}}$ x 16 2.) PE = $\frac{\text{Tagestemp.} - \text{Nachttemp.}}{\text{rel. Luft}}$ x 0,17

2.2 BÖDEN

Die Beschaffenheit und die unterschiedliche Fruchtbarkeit des Bodens sind für die Durchführung der Bewässerung und die daraus folgende Entwicklung und Ertragsbildung der Kulturen von entscheidender Bedeutung. Abgesehen von den klimatischen Verhältnissen werden die Produktion und die Qualität der angebauten Kulturpflanzen in großem Maße durch die Verschiedenartigkeit des in Kultur genommenen Bodens bestimmt. Aus absolut gleichen Muttergestein können unter der Mannigfaltigkeit des Klimas verschiedene Böden entstehen. Nicht zuletzt trägt auch noch unter den Gegebenheiten des Klimas die vorhandene Pflanzendecke zur Entwicklung unterschiedlicher Böden bei.

Die sommertrockenen Klimabedingungen im Einzugsgebiet des Gediz-Flusses und die starke Entwaldung der Berghänge sind die Ursache von Erosionsvorgängen, die zum Abtransport und zur Sedimentation ehemaliger Hangböden (kalkhaltige Terrarossa, mediterrane Braunerde, Renzina) in den Talauen bzw. der Menemen-Ebene führen. Nach Oakes (136) haben sich infolgedessen am Unterlauf des Gediz und entlang des Küstengebietes hydromorphe, z. T. salzhaltige Alluvialböden gebildet. Die Art ihrer Entstehung bedingt eine sehr unterschiedliche Zusammensetzung in Bezug auf physikalische und chemische Eigenschaften.

Nach den in der Menemen-Ebene vom Boden- und Wasserwirtschaftsamt durchgeführten Bodenuntersuchungen hinsichtlich der Bodenklassifizierung wurden folgende Bodenklassen und deren Anteil an der bewässerbaren Gesamtfläche zugrunde gelegt.

	Bodenklasse	Größe (ha)	Verhältnis (%)
I	(bewässerbar)	1.092,17	
II	(")	2.455,76	
III	(")	7.934,28	
IV	(")	691,02	
bewässerbare Gesamt- fläche (1 + 2 + 3 + 4)		12.173,23	73,76
V	(nicht bewässerbar)	4.330,04	26,24
Gesamt LN-Fläche		16.504,04	100,00

Eine eingehende bodenkundliche Untersuchung über die Kennwerte des Bodens im Untersuchungsgebiet ist durchgeführt worden. Es wird auf die detaillierten Angaben in der Arbeit von Imamoglu (88) verwiesen. Auf die Einzelheiten der Bodenkennwerte soll daher hier verzichtet werden.

Die mineralische Zusammensetzung des Bodenprofils unweit vom Versuchstandort wurde von F. Saatci (155) untersucht. Aus diesen Untersuchungen geht hervor, daß Montmorillonite, Illite, Vermikulite und Kaolite in allen Tiefen und Bodenfraktionen vorherrschen, während Feldspäte und Chlorite in diesen Bereichen nur in geringem Maße vorkommen. Darüber hinaus befindet sich Quarz lediglich im 5-2 μ Bereich. Vermikulite sind vorwiegend in der 5-0,2 μ Fraktion vorhanden.

Im Zusammenhang mit der Kornverteilung des Bodens in verschiedenen Tiefen steigt der CaCO_3 -Gehalt mit steigendem Ton- bzw. Schluffanteil, während er mit zunehmendem Sandanteil abfällt.

Es sind durchschnittlich keine wesentlichen pH-Unterschiede zwischen verschiedenen Bodentiefen, nämlich von 0 bis 90 cm, festzustellen. Allerdings variieren die einzelnen pH-Werte geringfügig zwischen pH 7,3 und 8,0 in den verschiedenen Parzellen und Tiefen (88). Somit ist die Bodenreaktion als neutral bis schwach alkalisch zu kennzeichnen.

Die deutlich erkennbaren Schwankungen der elektrischen Leitfähigkeit des Bodens von der Oberfläche bis zu 90 cm Tiefe sind im Winter auf die Niederschläge und im Sommer auf die Bewässerung der nach unten unterschiedlich verlagerten Salze zurückzuführen. Die physikalischen und chemischen Bodeneigenschaften sind in den Tabellen 6 und 7 enthalten.

Tabelle 6: Textur, Gesamtporenvolumen, Feldkapazität, permanenter Welkepunkt, CaCO_3 -Gehalt und Sättigungssatz des Bodens (ϕ -Werte)

Tiefe in cm	T e x t u r			GPV Vol %	F.K. Vol %	PWP Vol %	CaCO_3 g/%	Sättigungs- satz in %
	0,002 mm Ton	0,06-0,02 mm Schluff	2-0,06 mm Sand					
0-30	14,5	47,5	38,0	53,5	19,6	8,4	6,29	54,2
30-60	10,3	45,7	44,0	53,7	22,3	8,9	6,26	55,2
60-90	22,8	50,1	27,1	56,9	18,0	7,2	9,36	70,5

Bodenphysikalische Analysenmethoden (88):

- Kornverteilung: Hydrometer-Methode nach Bouyoucos
Dispergierungsmittel: Calgon
- Feldkapazität: Keramische Platten-Methode
- Permanenter Welkepunkt: 15 atü-Druck-Membran-Gerät nach Richard
- Gesamtporenvolumen: Berechnet aus der Formel:

$$\text{GPV}_{\text{Vol}\%} = \left(1 - \frac{\text{(Scheinbares spez. Gew.)}}{\text{Spez. Gew.}} \right) \times 100$$
- Infiltrationsrate: Mit Bull-Schreibinfiltrimeter (USA)
- Spezifisches Gewicht: Pyknometer-Methode nach Mitscherlich
- Porengrößenverteilung: Keramische Platte nach Czeratzki, W.

Tabelle 7: pH, elektrische Leitfähigkeit und wasserlösliche Salze im Boden (ϕ -Werte)

Tiefe in cm	pH	EC $\frac{10^3}{25^\circ\text{C}}$	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻
0-30	7,8	0,544	1,50	0,64	1,93	1,86	3,30	1,26	2,01
30-60	7,7	0,586	1,80	0,82	1,48	1,78	2,85	1,53	2,06
60-90	7,7	0,602	2,54	0,18	1,85	1,73	3,10	1,63	2,12

Bodenchemische Analysenmethoden: (88, 65)

- Wasserlösliche Kationen: Na⁺ und K⁺ Ionen Flammenphotometer Eppendorf
Ca⁺⁺ und Mg⁺⁺ durch Titration mit 0,01 Versanat (Äthylendiamin tetra-acetat)
- Wasserlösliche Anionen: Cl⁻ titrimetrisch mit AgNO₃
SO₄⁻⁻ titrimetrisch mit BaCl
HCO₃⁻ titrimetrisch mit H₂SO₄
- Elektrische Leitfähigkeit: EC₂₅ Bodenpaste mit Conductivity Bridge Model RC 216 B2 und dazugehöriger Spezialschale
EC₂₅ Wasser mit Wheatstone-Bridge
- Totalsalzgehalt: In Millival je Liter Wasser
Berechnung nach der Formel:

$$\text{Totalsalzgehalt}_{\text{ppm}} = \frac{\text{EC}_{25} \times 10^3 \times 0,064}{100}$$

$$\text{Totalsalz (\%)} = \frac{\text{EC}_{25} \times 10^3 \times 0,064 \times \text{SP}}{100}$$

Im Boden Berechnung nach obiger Formel von Richard
- Kalziumkarbonatgehalt: Kalzimeter nach Scheibler
- Org. Substanz: Walkley-Black-Methode
- Schwebstoffgehalt des Wassers: gravimetrisch nach Verdunstung des Wassers bei 105⁰ C

Aus den Infiltrationsuntersuchungen von Imamoglu ist festzustellen, daß die Infiltrationsrate trotz der günstigeren Wirkung der Bewurzelung und sonstigen Einflüssen eine allgemeine Abnahme in der Bodenkrume und eine Zunahme im unteren Boden ab 30 cm Tiefe während der Bewässerungsperiode aufweist.

Im Hinblick auf die physikalische Beschaffenheit des Versuchsfeldbodens wurden nach genaueren Untersuchungen von Imamoglu die folgenden maximalen, minimalen und Durchschnittswerte in 30 cm Tiefe festgestellt:

	max.	min.	Ø von allen Parzellen
Feldkapazität (mm)	146,0	61,0	84,0
Nutzbare Wasserkapazität (mm)	115,0	43,0	53,0
Tot-Wasser (mm)	52,0	18,0	21,0
Infiltrationsrate (mm/h)	59,0	9,0	26,0

Die physikochemischen Bodenuntersuchungen auf der Versuchsfläche ergaben, daß diese alluvialen Böden in horizontaler und vertikaler Richtung starke Unterschiede in ihrer Zusammensetzung aufweisen.

Die Nährstoffversorgung des Bodens sowie die Anteile an organischer Substanz gehen aus Tabelle 8 hervor:

Tabelle 8: N, P, K und organischer Substanzgehalt des Bodens (Ø-Werte)

Tiefe in cm	N mg/100 g	P ₂ O ₅ mg/100 g	K ₂ O mg/100 g	org. Subst. %
0-30	74,55	2,30	26,73	1,228
30-60	67,38	1,62	24,03	1,259
60-90	66,60	0,68	12,40	1,066

Nährstoff-Analysenmethoden:

- P₂O₅ und K₂O:

Bestimmung von Phosphorsäure und Kalium in den nach Riehm erhaltenen Lactathoden-auszügen

- N (Stickstoff im Boden): Nach dem Verfahren von Kjeldahl mit der Abänderung nach Jodlbaur
- Organische Substanz: Walkley-Black-Methode

Wie die Böden der Menemen-Ebene sind die Böden des Versuchsfeldes aus den Ablagerungen des Gediz entstanden. Hinsichtlich der Bodenart kann der Boden des Versuchsfeldes als lehmiger Sand, sandiger Lehm bis toniger Schluff charakterisiert werden. Der Boden ist tiefgründig mit geringem Humusgehalt und geringer biologischer Aktivität und von heller bis bräunlicher Farbe. Der Salzgehalt ist gering, dafür ist er kalkhaltig und hat neutrale bis schwach alkalische Bodenreaktion. Diese jungen alluvialen Böden, die vorwiegend in der Ebene verbreitet sind, stehen dem Bodentyp *Paternia* nahe (Imamoglu).

Die Regelung des Grundwassers ist in bodenkundlicher, kulturtechnischer und pflanzenbaulicher Hinsicht eine wichtige Aufgabe der Landwirtschaft. Die hinreichende Senkung des Grundwassers kann dem Pflanzenbau in Trockenzeiten großen Nutzen bringen, wenn der Salzgehalt im Grundwasser sich oberhalb der Schädigungsgrenze befindet. Die Kenntnisse des Grundwasserspiegels bei Bewässerungsprojekten sind genau so wichtig wie die Auswahl der Bewässerungsmethoden und der zugeführten Wassergaben. Nicht zuletzt ist die Frage der Feststellung von Lage und Art der Grundwasserbewegung, ob es sich um ein stagnierendes oder fließendes Grundwasser handelt, von großer Bedeutung. Die durch auf dem Versuchsfeld eingerichtete Grundwasser-Beobachtungsbrunnen während der Versuchsjahre ermittelten Angaben lieferten wichtige Hinweise, ob sich die Grundwasserbewegungen auf dem gewünschten Stand abspielen oder aber die Versuchsergebnisse beeinflusst haben. Den Verlauf des Grundwasserstandes und die dem angrenzenden Sekundärkanal zugeführten Wassermengen während der Versuchsjahre 1969, 1970 und 1971 zeigt die Abbildung 1.

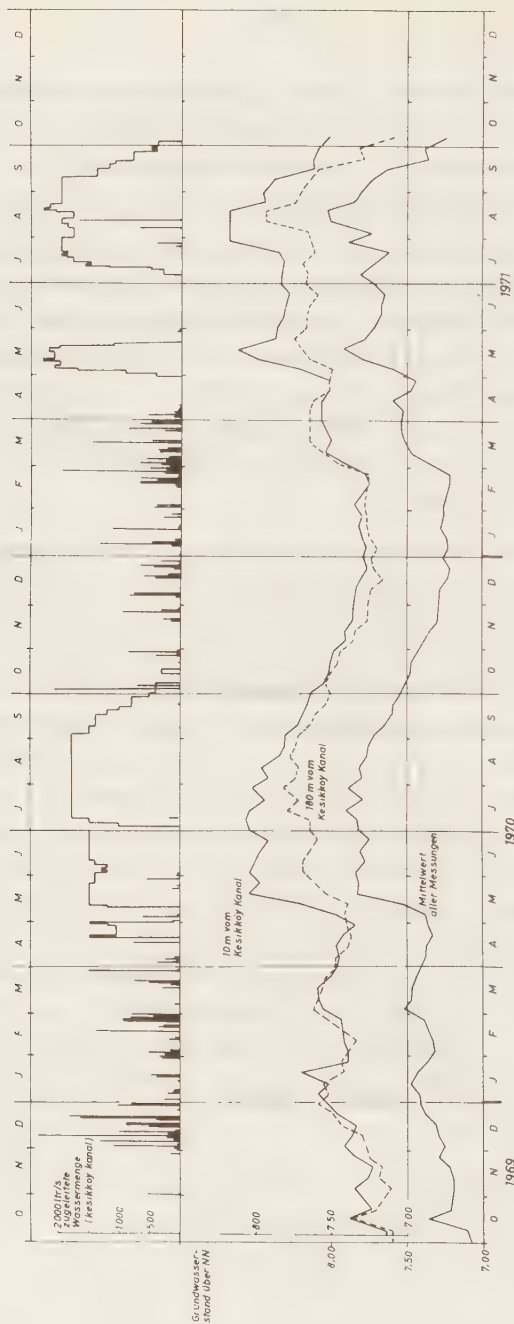


Abb. 1: Der Verlauf des Grundwasserstandes und dem angrenzenden Sekundärkanal zugeführte Wassermengen im Untersuchungszeitraum

2.3 BESCHAFFENHEIT DES BEWÄSSERUNGSWASSERS

Als bedeutende Grundlage der Bewässerung sind die von Natur aus in mannigfacher Form für die Kulturpflanzen zur Verfügung stehenden Wasserquellen anzusehen. Die Qualität und die Tauglichkeit des Bewässerungswassers beeinflussen die entstehenden Böden und die durch die Bewässerung erzielten Ernteerträge. In welcher Weise das zur Bewässerung benutzte Wasser auf Böden und Pflanzen wirkt, hängt wesentlich von der Zusammensetzung der im Wasser enthaltenen Menge der gelösten und ungelösten Stoffe ab. Ein spezifisches Kriterium der enthaltenen Salze ist ihre Konzentration und ihre begleitenden Schwebstoffe. Auf Grund dieser Erwägungen wurden aus dem Gediz während der Versuchsjahre jeweils vor und nach der Bewässerungssaison entnommene Wasserproben auf ihre Beschaffenheit, wie pH, elektrische Leitfähigkeit, Schwebstoffe, Natrium-Adsorptionsverhältnisse (S. A. R.), sowie wasserlösliche An- und Kationen analysiert. Die Beschaffenheit des aus dem unweit vom Versuchsfeld liegenden Tertiärkanals entnommenen Bewässerungswassers geht aus Tabelle 9 hervor.

Tabelle 9:

Analysen-Ergebnisse des Bewässerungswassers

Datum	pH	$EC_{25}^{106}C$	Na^+ me/l	K^+ me/l	Ca^{++} me/l	Mg^{++} me/l	HCO_3^- me/l	Cl^- me/l	SO_4^{--} me/l	Schweb- stoff mg/l	S. A. R. me/l
1. 7. 69	8,3	660	1,28	0,06	1,53	2,92	3,40	1,90	1,35	0,505	0,86
1. 9. 69	7,0	651	1,76	0,17	2,73	1,92	2,45	1,00	3,75	0,521	1,16
5. 7. 71	8,1	662	1,67	0,22	2,80	2,60	4,00	2,00	0,60	0,527	1,02
6. 10. 71	7,4	673	1,92	0,14	2,90	2,09	4,50	2,50	0,18	0,549	1,22

3. VERSUCHSANSTELLUNG UND -METHODIK

Um die Wirkung der verschiedenen Bewässerungsmethoden auf die Entwicklung, die Ertragsbildung und die Nährstoffaufnahme der Baumwollpflanze zu untersuchen, wurden auf dem beschriebenen Versuchsstandort in den Jahren 1969 und 1971 Bewässerungsversuche zu Baumwolle durchgeführt.

3.1 VERSUCHSANLAGE

Die Versuchsfläche ist an der Westseite der Bewässerungs-Versuchsstation gelegen. Das Gelände ist eben und liegt auf einer Höhe von 10 m über NN. Das Versuchsfeld ist insgesamt 16.559 m^2 groß. Nach Abzug der Meßeinrichtungen und Sonstigem stehen 15.900 m^2 für die Bewässerungsversuche zur Verfügung. Die Versuchsanlage setzt sich zusammen aus:

Borderbewässerung:	$4.500 \text{ m}^2 = 7,5 \text{ m} \times 50 \text{ m} \times 4\text{-Wiederholung}$
Furchenbewässerung:	$4.500 \text{ m}^2 = 7,5 \text{ m} \times 50 \text{ m} \times 4\text{-Wiederholung}$
Beregnung:	$3.000 \text{ m}^2 = 15,0 \text{ m} \times 50 \text{ m} \times 4\text{-Wiederholung}$
Unterflurbewässerung:	$2.400 \text{ m}^2 = 12,0 \text{ m} \times 50 \text{ m} \times 4\text{-Varianten}$
Standard (ohne Bewässerung):	$1.500 \text{ m}^2 = 7,5 \text{ m} \times 50 \text{ m} \times 4\text{-Wiederholung}$
Wege, Kanäle und sonstiges	659 m^2
Gesamtfläche	16.559 m^2

(Siehe auch Abbildung 2.)

Die Oberflächenbewässerung umfaßte die Border- und Furchenbewässerungen. Beide Varianten befanden sich auf benachbarten Flächen und erhielten das Bewässerungswasser von gleichen Zuleitungskanälen (Abbildung 3), während die Unterflurbewässerungs- und Beregnungsvarianten voneinander mit größerem Abstand getrennt lagen. Zur Beregnung diente eine mit einer Wasseruhr und einem Manometer versehene vollbewegliche Anlage (System Perrot, Regner ZE 30 D, 4,8 mm Düsenweite, 8 mm/h Regendichte), die

mit einer Betriebspumpe angetrieben wurde (Abbildung 7). Die Unterflurbewässerung, die ihren Wasserbedarf durch ein Syphonsystem aus dem oberhalb vom Einlaßbecken gelegenen Zuführungskanal deckte, wurde selbsttätig durch Schwerkraft betrieben. Die Messungen der zugeführten Wassermenge erfolgten durch die Wasseruhren, an denen Schwimmerventile angebracht sind, die im Einlaßbecken die Höhe des zugeführten Wassers konstant halten.

Wie aus dem Lageplan der Versuchsanlage hervorgeht (Abbildung 2), liegen die Beregnungsparzellen gegen die Hauptwindrichtung ca. 100 m von den Unterflurbewässerungs-Parzellen und etwa 70 m von den Oberflurbewässerungs-Parzellen entfernt.

Die an den Nord- und Ostrand der Versuchsanlage grenzenden betonierten Bewässerungskanäle (3. Ordnung), welche eine maximale Förderleistung von 80 l/s gewährleisten, erbrachten die für die Bewässerung erforderliche Wassermenge. Die in den aufgeführten Bewässerungskanälen fest eingebauten zwei 3"-Parshallmeßwehre sicherten hinreichend präzise Messungen des verabreichten Bewässerungswassers (Abbildung 3).

Bei den Border- und Furchenbewässerungsvarianten am Parzellenende wurde vertikal zu den Zuleitungskanälen ein Vorflutkanal gezogen mit der Absicht, nach jeder Wassergabe das in den Zuleitungskanälen gestaute Bewässerungswasser abzuleiten. Zur Ableitung des eventuell auftretenden Überschußwassers der Unterflurbewässerungs-Varianten diente der am Südende gebaute Betonkanal, in den die Strangausgänge einmünden (Abbildung 6).

Zu der Versuchsanlage gehörten auch die elf Grundwasser-Beobachtungsstellen, die auf dem Versuchsfeld in drei Reihen, vom Bewässerungskanal bis zum Ende des Versuchsfeldes verlaufend, eingerichtet worden waren (Abbildung 6).



Abb. 3: Der mit Kunststofffolien versehene Zuführungs-
kanal und 3"-Parshallmeßwehr
(Aufnahme: N. Özçürümez)



Abb. 4: Typische Borderbewässerung auf dem Versuchs-
feld Menemen (hier: Bohnen 1970)
(Aufnahme: N. Özçürümez)



Abb. 5: Furchenbewässerung mit Syphon auf dem Versuchsfeld Menemen (hier: Bohnen 1970)
(Aufnahme: N. Özçürümez)



Abb. 6: Auslaßschacht der Unterflurbewässerung und Grundwasser-Beobachtungsbrunnen im Vordergrund (Aufnahme: N. Özçürümez)



Abb. 7: Beregnung mit System Perrot, Regner ZE 30 D
4,8 mm Düsenweite, Regendichte 8 mm/h
(Aufnahme: N. Özçürümez)

Die Trennung der Border- und Furchenbewässerungsvarianten mit drei unterschiedlichen Wassergaben erfolgte durch 2,5 m breite Wege und die der Wiederholungen durch 1,5 m breite Dämme. Die Beregnungs- und Unterflurbewässerungs-Parzellen wurden während des Vereinzeln durch Entfernen von zwei Pflanzenreihen voneinander getrennt.

Die Unterflurbewässerungs-Parzellen wurden mit unterschiedlichen Verlegetiefen der Rohre, nämlich 0,80, 1,00, 1,20 und 1,40 m, also mit Tiefenunterschieden von 0,2 m, in Form einer treppenartigen Aufgliederung angelegt. Diese Varianten unterteilen sich in gefilterte und ungefilterte Bewässerungsstränge.

Unterflurbewässerungs-Varianten:

Parzellengröße für alle Verlegetiefen: $12,0 \text{ m} \times 50 \text{ m} = 600 \text{ m}^2$

davon sind:

ungefilterte Parzellengröße: $6,0 \text{ m} \times 50 \text{ m} = 300 \text{ m}^2$

gefilterte Parzellengröße: $6,0 \text{ m} \times 50 \text{ m} = 300 \text{ m}^2$

Insgesamt sind acht Varianten des Unterflurbewässerungs-Verfahrens vorhanden.

Es soll an dieser Stelle nicht auf die technischen Einzelheiten der Unterflurbewässerung eingegangen werden. Näheres dazu findet sich in der Arbeit von E. Erdin (65).

Nach der Erstellung des Versuchsfeldes auf der Bewässerungsversuchstation wurde eine der landwirtschaftlichen Praxis in diesem Gebiet entsprechende Fruchtfolge, wie Baumwolle - (mexikanische) Weizen - Bohnen - Gründüngung - Baumwolle, festgelegt. Mit den Bewässerungsversuchen konnte im Mai 1969 begonnen werden. Auf Grund der durch Grundnährstoffuntersuchungen ermittelten Nährstoffvorratswerte des Bodens in 0 - 40 cm Tiefe im Mittel von 118 kg/ha P_2O_5 und 720 kg/ha K_2O wurde einheitlich die Zufuhr von 60 kg/ha P_2O_5 als Superphosphat und 50 kg/ha Stickstoff jeweils 25 kg/ha vor der Ansaat als $(NH_4)_2SO_4$ und 25 kg/ha vor der ersten Wassergabe in NH_4NO_3 -Form in beiden Versuchsjahren vorgenommen, um hinsichtlich der Nährstoffbilanz des Bodens gleiche Bedingungen zu gewährleisten.

Vor Beginn der Baumwollbestellung wurden für bodenphysikochemische Analysen Bodenproben entnommen und im Labor der Versuchstation auf Textur, Porengrößenverteilung, Gesamtporenvolumen (GPV), Feldkapazität (F.K.), nutzbare Wasserkapazität (N.W.K.), permanenten Welkepunkt (PWP), elektrische Leitfähigkeit ($EC \times 10^3$ bei $25^\circ C$), $CaCO_3$ -Gehalt, Sättigungssatz (Saturation Point (SP)), wasserlösliche Salze sowie NPK und organischen Substanzgehalt untersucht. Nachfolgend wurde das vor der Übernahme der Versuchsfläche durch die Versuchstation schon im Herbst 1968 tief gepflügte Versuchsfeld im Frühjahr 1969 vor der Baumwollbestellung nochmals tief gepflügt. Vor der Ansaat wurde das Feld mit Planiergeräten eingeebnet, gedüngt, gescheibt und das Saatbeet vorbereitet.

Die günstigste Saatzeit für Baumwolle in der Menemen-Ebene liegt nach langjährigen Saatzeitversuchen der Versuchstation zwischen dem 20. April und dem 10. Mai. Nachdem das anerkannte Saatgut auf seine Keimfähigkeit geprüft worden war, wurde die Baumwolle 1969 erst am 17.5. angesät, weil das Frühjahr 1969 für eine frühere Aussaat zu kühl war. Wegen der günstigeren Klimaverhältnisse wurde die Baumwolle in dem Wiederholungs-

jahr am 1.5.1971 angesät. Die Aussaaten von 1969 und 1971 erfolgten mit einer Spezialdrillmaschine nach dem folgenden Schema:

Sorte:	Coker 100 A
Reihenentfernung:	80 cm
Pflanzenabstand in der	
Reihe:	30 cm
Drilltiefe:	4 - 5 cm
Saatmenge:	60 kg/ha
Düngung:	60 kg/ha P_2O_5 als Superphosphat
	25 kg/ha N als Ammoniumsulfat
	25 kg/ha N als Kopfdüngung in NH_4NO_3 - Form

Die in den zweijährigen Bewässerungsversuchen benutzte Baumwollsorte Coker 100 A ist eine amerikanische Züchtung von *Gossypium hirsutum*, die zu den Upland-Sorten gehört. Der einheitliche Anbau dieser Sorte wurde durch ein im Jahre 1960 vom Landwirtschaftlichen Ministerium erlassenes Gesetz im ägäischen Raum vorgeschrieben, da sich diese Sorte nach langjährigen Adoptionsversuchen der Versuchsstationen in Nazilli und in Menemen als günstigste erwiesen hatte. Nach Alyari (11) ist Coker 100 A eine von den standfestesten Sorten, mit hellgrüner Blattfarbe und mit runden bis ovalen, zugespitzten großen Kapseln. Das Gewicht von 100 Kapseln beträgt ca. 650 - 675 g. Das Tausendkorngewicht schwankt zwischen 110 - 130 g. Im allgemeinen liegt das Faser-Samen-Verhältnis zwischen 39 : 61 und 37 : 63. Die Fasern weisen mittlere Stapellänge von 26 - 28 mm auf. Gegen Fusarium-Befall ist die Sorte Coker 100 A widerstandsfähiger als andere Sorten. Die Qualität der Fasern entspricht den Marktansprüchen.

Vor Beginn der Bewässerungszeit wurde zur Pflege und Unkrautbekämpfung in den beiden Versuchsjahren einmal mit der Maschinenhacke und dreimal mit der Handhacke das Unkraut vernichtet, wodurch alle Varianten von Unkraut frei gehalten wurden. Gleichzeitig wurden bei der letzten Handhacke die Pflanzen in der Reihe auf 30 cm vereinzelt.

Die während der Errichtung der Versuchsanlage eingerichteten Grundwasser-Beobachtungsbrunnen konnten erst am 18. 6. 1969 in Betrieb genommen werden. Mit Hilfe dieser Beobachtungsbrunnen sollte festgestellt werden, ob das kapillar aufsteigende Grundwasser die Entwicklung der Pflanzen bzw. die Versuchsergebnisse beeinträchtigen kann. Darüber hinaus wurden die Wasseruhren und die Regner der Varianten-Beregnung und Unterflurbewässerung geprüft und geeicht, um die zugeführten Wassermengen möglichst genau und vergleichbar messen zu können.

Für alle Varianten wurden die folgenden Bewässerungsvorarbeiten getroffen: Bei den Oberflurbewässerungs-Parzellen wurden zwei Zuleitungskanäle und für die Furchenbewässerung die Furchen gezogen. Um Versickerungsverluste ausschließen zu können, wurden die Zuleitungskanäle mit Kunststoff-Folien versehen (siehe Abbildung 3). Dann wurden die Rohre der vollbeweglichen Beregnungsanlage (System Perrot) verlegt und an die Betriebspumpe angeschlossen. Bei der Verlegung mußten zwei Pflanzenreihen der Beregnungsparzellen entfernt werden. Die Wasseruhren und die Schläuche der Unterflurbewässerungs-Parzellen wurden anmontiert und erprobt. Die Bewässerungen in den beiden Versuchsjahren erfolgten nach Tabellen 10 und 11.

Während der Vegetationszeit wurden regelmäßig die folgenden Messungen durchgeführt:

1. Tägliche Ermittlung der Klimadaten
2. Wöchentliche Messung des Grundwasserspiegels
3. Wöchentliche gravimetrische Bestimmung der Bodenfeuchte
4. Beobachtung und Ermittlung der phänologischen Daten
5. Bestimmung der Trockenmassebildung durch Zwischenernten
6. Wurzeluntersuchungen an den für die Zwischenernte herangezogenen Pflanzen (jeweils 4 Pflanzen von einer Wiederholung)
7. Entnahme und Analyse des Bewässerungswassers vom Kanalsystem
8. Bestimmung der Infiltrationsrate des Bodens vor und nach jeder Bewässerungssaison

3.2 WASSERGABE

Die Produktionsleistung der einzelnen Kulturpflanzen in Trockengebieten hängt in großem Maße von der zur Verfügung stehenden Wassermenge ab. Die Höhe und die zeitliche Verteilung der während der Bewässerungszeit der Pflanzen zugeführten Wassermenge ist für die Bewässerungslandwirtschaft u. a. hinsichtlich des Bewässerungsmehrertrages und der Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit von großer Bedeutung.

Nun stellt sich die Frage: Wie hoch soll die einzelne Wassergabe sein, und wie oft soll während der Bewässerungszeit bewässert werden? Um auf diese grundlegenden Fragen eingehen zu können, wurden in den Bewässerungsversuchsjahren folgende Wassermengen gegeben:

Borderbewässerung: 50, 70, 90 mm in beiden Jahren

Furchenbewässerung: 50, 70, 90 mm in beiden Jahren

Beregnung: 50 mm im ersten Jahr

70 mm im zweiten Jahr

Unterflurbewässerung:

nach Bedarf im ersten Jahr

70 mm im zweiten Jahr

Standard:

0 mm

Der Bewässerungssturnus der einzelnen Varianten wurde durch die Bodenfeuchte bestimmt. Die Unterflurbewässerungs-Variante wurde in beiden Versuchsjahren mit unterschiedlichen Wassergaben bedacht, da im ersten Jahr die je nach Bedarf zugeführte Wassermenge nicht dem Sinn der Unterflurbewässerung entspricht. Aus diesem Grunde wurde im zweiten Versuchsjahr für die Unterflurbewässerungs-Variante eine einheitliche Dosierung, nämlich 70 mm Wassergabe, zugrunde gelegt. Der Bewässerungssturnus und die zugeführten Wassermengen sind in dem Bewässerungsplan von 1969 und 1971 enthalten (Tabellen 10 und 11).

Tabelle 10: Bewässerungsplan von 1969

Versuchsjahr		1 9 6 9			
Bewässe- rungsmetho- den	Border- und Furchen- bewässerung			Beregnung	Unterflur- bewässe- rung
Parzellen Nr.	Alle Parzellen a und b				
	5, 10 13, 15	6, 8 12, 14	7, 9 11, 16	17, 18 19, 20	1, 2 3, 4
Höhe der Wassergabe	50 mm	70 mm	90 mm	50 mm	nach Bedarf
Datum der 1	15.7.69	15.7.69	15.7.69	10.7.69	9.7.69
2	24.7.69	29.7.69	4.8.69	18.7.69	16.7.69
3	6.8.69	11.8.69	22.8.69	28.7.69	23.7.69
4	18.8.69	--	--	7.8.69	30.7.69
5	--	--	--	20.8.69	6.8.69
6	--	--	--	--	12.8.69
Turnus (Tage)	10	14	18	10	
Summe (mm)	200	210	270	250	

Tabelle 11: Bewässerungsplan von 1971

Versuchsjahr		1 9 7 1			
Bewässerungsmethoden	Border- und Furchenbewässerung			Beregnung	Unterflurbewässerung
Parzellen Nr.	Alle Parzellen a und b				
	5, 10 13, 15	6, 8 12, 14	7, 9 11, 16	17, 18 19, 20	1, 2 3, 4
Höhe der Wassergabe	50 mm	70 mm	90 mm	70 mm	70 mm
Datum der 1	13. 7. 71	12. 7. 71	13. 7. 71	12/13. 7. 71	8/14. 7. 71
2	21. 7. 71	23. 7. 71	27. 7. 71	23/24. 7. 71	23/28. 7. 71
3	28. 7. 71	6. 8. 71	16. 8. 71	5/ 7. 8. 71	3/ 8. 8. 71
4	5. 8. 71	19. 8. 71	--	18/19. 8. 71	23/28. 8. 71
5	17. 8. 71	--	--	--	--
Turnus (Tage)	8	11	14	11	11
Summe (mm)	250	280	270	280	280

3.3 ERTRAGSERMITTLUNG UND BEOBACHTUNGEN

Um das Wachstum und die Entwicklung der Baumwollpflanzen verfolgen und die ermittelten Ertragsergebnisse untermauern zu können, wurden in den Versuchsjahren 1969 und 1971 im Laufe der Vegetationszeit Beobachtungen und Zwischenernten durchgeführt; dabei wurden Zahl der Pflanzen, Entwicklung der Pflanzenhöhe, Anzahl der Kapseln, phänologische Daten sowie mit Hilfe von Zwischenernten die Trockenmassebildung ermittelt (Tabelle 12). Die Proben für die Analysen der Nährstoffaufnahme wurden vorbereitet und in Plastikbeuteln aufbewahrt.

In dem Wiederholungsjahr 1971 wurden die Beobachtungen sowie die Ermittlung der phänologischen Daten alle zwei Wochen kontinuierlich bis zur Ernte durchgeführt. Ferner erfolgten ebenfalls in einem Intervall von zwei Wochen die Zwischenernten von je 7 Pflanzen einer Reihe zur Feststellung der Trockenmassebildung und Nährstoffaufnahme. Die im ersten Versuchsjahr lediglich bei der Ernte durchgeführten Wurzeluntersuchungen wurden im zweiten Versuchsjahr 1971 intensiviert, d. h. ab der ersten Wassergabe bis zur Ernte in Verbindung mit den Zwischenernten ununterbrochen durchgeführt. Parallel dazu wurden phänologische Ermittlungen an 10 stehenden Pflanzen auf jeder Parzelle vor Beginn der Bewässerungszeit bis zur Ernte sowie die gleichen Zählungen wie an zur Zwischenernte geschnittenen Pflanzen vorgenommen. Gegen Ende der Reifezeit wurden alle Varianten im ersten Versuchsjahr 1969 zur Beschleunigung der Kapselreife mit einem Defoliant gespritzt und am 14.10.1969 erfolgte die erste Handpflückung.

Zur Ertragsfeststellung wurden folgende Erhebungen angestellt:

1. Bei der letzten Zwischenernte wurden von 10 Pflanzen je Parzelle Wurzeln, Stengel, Blätter sowie Kapseln geerntet und getrennt die Trockenmasse bestimmt.
2. Für die Faser- und Samenernte wurden Ertragsparzellen mit folgenden Flächengrößen abgesteckt:

$$\begin{aligned}\text{Borderbewässerung: } 1,6 \text{ m} \times 30 \text{ m} &= 48 \text{ m}^2 \\ 1,6 \text{ m} \times 30 \text{ m} &= 48 \text{ m}^2 = 96 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Furchenbewässerung:	$1,6 \text{ m} \times 30 \text{ m} = 48 \text{ m}^2$
	$1,6 \text{ m} \times 30 \text{ m} = 48 \text{ m}^2 = 96 \text{ m}^2$
Beregnung:	$3,2 \text{ m} \times 30 \text{ m} = 96 \text{ m}^2$
	$3,2 \text{ m} \times 30 \text{ m} = 96 \text{ m}^2$
Unterflurbewässerung:	
U _a (ungefiltert):	$4,0 \text{ m} \times 5,0 \text{ m} = 20 \text{ m}^2$
	$4,0 \text{ m} \times 5,0 \text{ m} = 20 \text{ m}^2 = 60 \text{ m}^2$
	$4,0 \text{ m} \times 5,0 \text{ m} = 20 \text{ m}^2$
U _b (gefiltert):	$4,0 \text{ m} \times 5,0 \text{ m} = 20 \text{ m}^2$
	$4,0 \text{ m} \times 5,0 \text{ m} = 20 \text{ m}^2 = 60 \text{ m}^2$
	$4,0 \text{ m} \times 5,0 \text{ m} = 20 \text{ m}^2$
Standard:	$1,6 \text{ m} \times 30 \text{ m} = 48 \text{ m}^2$
	$1,6 \text{ m} \times 30 \text{ m} = 48 \text{ m}^2 = 96 \text{ m}^2$

Von den Ertragsparzellen wurden Samen und Fasern geerntet, gewogen und Proben für Analysen entnommen. Die in beiden Versuchsjahren bei 105° C getrockneten und gemahlenen Durchschnittsproben der vier Wiederholungen der Zwischenernten dienten zur Analyse der Nährstoffaufnahme. Die Nährstoffaufnahme der einzelnen Pflanzenteile konnte bei der letzten Zwischen-ernte festgestellt werden.

Während sich die Ertragsfeststellung auf alle Parzellen erstreckte, wurden bei den Beobachtungen und Messungen sowie Zeitschnitten während der Vegetationszeit die gefilterten Stränge der Unterflurbewässerung nicht berücksichtigt.

Tabelle 12: Die Zeitschnitt- und Pflücktermine von 1969 und 1971

Jahre	1 9 6 9				1 9 7 1			
	Bewässerungs- methoden	Border-Furchen- Bewässerung	Unterflurbe- wässerung	nach Bedarf	50 mm	70 mm	90 mm	Unterflurbe- wässerung
Wassergaben	50 mm	70 mm	90 mm		50 mm	70 mm	90 mm	70 mm
	70 mm							70 mm
1. Zeitschnitt	24.6.	24.6.	24.6.	24.6.	24.6.	19	6	1971
2. "	27.7.	28.7.	1.8.	17.7.	17.7.	7	7	"
3. "	5.8.	7.8.	21.8.	1.8.	28.7.	20	7	"
4. "	14.8.	27.9.	27.9.	14.8.	7.8.	3	8	"
5. "	27.9.	--	--	27.9.	16.8.	17	8	"
6. "	--	--	--	--	2.9.	31	8	"
7. "	--	--	--	--	27.9.	14	9	"
8. "	--	--	--	--	--	28	9	"
1. Pflücktermin	14.	10	1969			30	9	1971
2. "	28	10	"			14	10	"
3. "						29	10	"
4. "						12	11	"

3.4 ANALYSEMETHODEN

Für die Analyse der Nährstoffaufnahme und Qualitätseigenschaften der Baumwolle wurden folgende Methoden angewendet:

- Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} : in salpetersaurer Lösung der Asche
flammenphotometrisch (EPPENDORF)
- Phosphor: in salpetersaurer Lösung der Asche
kolorimetrisch (EPPENDORF)
- Stickstoff: Reduktionsmethode nach KJELDAHL in
Abwandlung nach JODLBAUR

3.5 WURZELUNTERSUCHUNGEN

Es ist bekannt, daß zwischen den einzelnen Wachstumsfaktoren und der Wurzel Ausbildung Beziehungen bestehen. Daß unter normalen Wachstumsbedingungen eine geringe Wurzelmasse in einem mit reichlicher Düngung und Feuchtigkeit versorgten Boden optimale Ernte erzeugen kann, ist von zahlreichen Forschern unterstrichen worden (17, 27, 97, 130, 142). Die in den semihumiden und humiden Gebieten gezüchteten hochleistungsfähigen Kulturpflanzen weisen verhältnismäßig reduzierte Wurzelbildungen auf. Im Gegensatz dazu stellten Farris, Holbert und Köhler (27) fest, daß die leistungsfähigsten Pflanzenarten in den Trockengebieten, wo der Wachstumsfaktor Wasser im Minimum steht, ein stark verzweigtes, sehr tiefgehendes Wurzelsystem haben. Es wird laufend aus der Praxis berichtet, daß bezüglich der Wurzelbildungen während der trockneren Vegetationszeiten überwiegend die extensiven Kulturarten geringeren Ernteaussfall haben als die intensiven.

Unter Berücksichtigung dieser Ausführungen wurde im zweiten Versuchsjahr der Einfluß der verschiedenen Bewässerungsmethoden und unterschiedlichen Wassergaben auf das Wurzelwachstum der Baumwollpflanze unter-

sucht, und zwar beginnend mit der Bewässerung bis zur Ernte. Für die Untersuchung wurde die Ausgrabungsmethode unter den vorhandenen technischen Möglichkeiten gewählt (98). 4 Pflanzen einer Wiederholung wurden zur Untersuchung herangezogen. Zum Ausgraben der Pflanzenwurzeln wurde zuerst ein Profil von 1,8 m Tiefe ca. 1,5 m neben der Pflanzenreihe hergerichtet. Die während der manuell erfolgten Herrichtung der Gräben beschädigten bzw. abgeschnittenen Seitenwurzeln wurden anschließend aus dem Boden herausgeholt. Die Ausbreitung der übriggebliebenen Seitenwurzeln wurde verfolgt, die Zahl der Verzweigungen festgestellt und die Längen gemessen. Gleichzeitig wurden die Pfahlwurzeln bis zur tiefstmöglichen Stelle verfolgt, um das Pfahlwurzelende zu erreichen. Während der Ausgrabungsarbeiten wurden die Wurzelwege beobachtet und die bei der Eindringung durch die physikalische oder chemische Beschaffenheit des Bodens auftretenden Veränderungen an den Pfahlwurzeln festgestellt. Da die ausgebildete Wurzelmasse nach dem Abernten untergepflügt werden soll, und diese für die Nährstoffaufnahme bzw. den Nährstoffentzug nicht berücksichtigt wird, wurde nur die bei dem letzten Zeitschnitt gewonnene Wurzel-trockenmasse wie die Trockenmasse der oberirdischen Pflanzenteile auf ihren Nährstoffgehalt in Gießen analysiert. Die Abbildung 8 zeigt ein für die Wurzeluntersuchung hergerichtetes Profil.

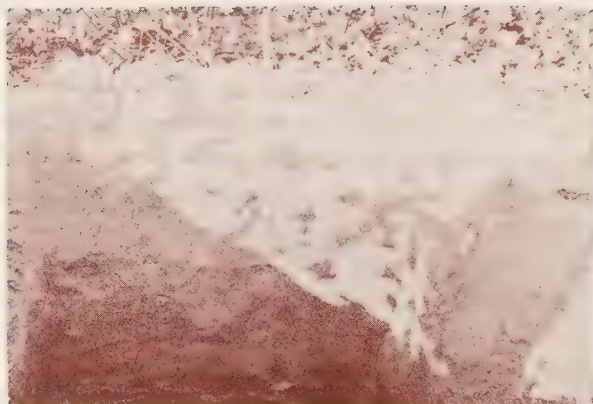


Abb. 8: Für die Untersuchung der Pflanzenwurzeln nach
der Ausgrabungsmethode hergerichtetes Profil
(Aufnahme: N. Özçürümez)

4. ERGEBNISSE DER FELDVERSUCHE

Die Ergebnisse der Feldversuche mit Baumwolle aus den Jahren 1969 und 1971, die auf dem 1969 auf der Bewässerungsstation Menemen angelegten Bewässerungsversuch erzielt wurden, werden im Folgenden dargestellt. Dabei werden zunächst die phänologischen Daten und Vegetationsbeobachtungen besprochen, bevor auf die Trockenmassebildung, Ertragsbildung, Ertragsstruktur und Nährstoffaufnahme eingegangen wird.

4.1 PHÄNOLOGISCHE DATEN UND VEGETATIONSBEOBACHTUNGEN VON 1969 UND 1971

Wegen der unterschiedlichen Witterungsverhältnisse der Versuchsjahre fielen die Aussaattermine der Baumwolle auf abweichende Ansaatzeiten. Daher erfolgten die Vegetationsbeobachtungen in beiden Jahren nicht zum gleichen Zeitpunkt. Das gilt auch für die Beobachtung der phänologischen Phasen.

Je nach Bodenart, -temperatur und -feuchtigkeit läuft die Baumwolle gewöhnlich innerhalb von 4 bis 10 Tagen nach der Ansaat auf. Der Aufgang der Baumwolle im Menemen-Gebiet erfolgt nach Ergebnissen der dortigen Versuchsstation nach 5 bis 6 Tagen.

Im allgemeinen benötigt die Baumwolle für ihr normales Gedeihen von der Aussaat bis zum Beginn der ersten phänologischen Phase, nämlich dem Ansetzen der Knospen, eine Durchschnittstemperatur von mindestens 20° C. Anderenfalls wird, bedingt durch niedrige Temperatur, insbesondere das unterirdische, aber auch das oberirdische Wachstum der Pflanzen verlangsamt (109). Dieser Zeitraum - von der Aussaat bis zur ersten Knospenbildung - dauert unter den genannten Temperaturbedingungen in der Menemen-Ebene 50 bis 55 Tage.

Wie aus Tabelle 13 zu ersehen ist, entsprechen in den Versuchsjahren die Temperaturen den Ansprüchen der Baumwolle in der jeweiligen phänologischen Phase.

Tabelle 13:

Die Temperaturen der Versuchsjahre und die Entwicklungsphasen und deren Dauer unter Berücksichtigung der allgemeinen Temperaturansprüche

Hauptvegetationszeit (Monate)	Temp. in Vers. jahre		Allgemeine Temperatur- ansprüche(89)	Entwicklungs- phasen	Zahl der Tage in	
	1969	1971			1969	1971
Mai	21,0	20,6	über 15° C	Aussaat-Aufgang	0,6	0-5
Juni	24,5	24,5	über 20° C	Knospen	54	56
Juli	25,1	25,2	über 25° C	Knospen-Blüte	58	60
August	25,1	26,5	über 25° C	Kapsel	103	110
September	23,5	21,6	über 20° C	Kapsel		
Oktober	17,2	14,9	über 15° C	Reife	150	150

Der Übergang zwischen der allmählich beginnenden Knospenbildung und dem Aufblühen dauert, beginnend von den unteren Verzweigungen bis zum Vegetationskegel, 25 - 30 Tage. In diesem Entwicklungsstadium ist eine verhältnismäßig hohe Temperatur von über 25° C erforderlich. Wird dieser Temperaturanspruch nicht erfüllt, werden auf Kosten der sympodialen (fruchttragenden) mehr monopodiale (nicht fruchttragende) Verzweigungen gebildet, und überdies könnte es zu einem Blüten- bzw. später zu einem Kapselabwurf kommen. Darüber hinaus kann sich die Vegetationsdauer infolge der ungünstigen Wärmeverhältnisse über die normale Zeit hinausziehen. Auf Grund mangelnder Bodenfeuchtigkeit in dieser Phase kann außerdem, wie es bei der Standardvariante der Fall ist, die Vegetationsperiode zwangsläufig verkürzt werden.

Die Zeit bis zur Bildung der Kapseln, welche nach kurzem Aufblühen (2 bis 3 Tage) und anschließender Befruchtung entstehen, dauert je nach den Wachstumsbedingungen 50 bis 60 Tage. Die gesamte Vegetationsdauer von der Aussaat bis zum ersten Pflücktermin beträgt bei der Baumwollsorte Coker 100 A also 150 und bis zum Abschluß des letzten Pflückens 180 Tage.

Wie aus Tabelle 14 deutlich zu ersehen ist, verläuft die zeitliche Entwicklung der wegen der ungünstigen Witterung im ersten Versuchsjahr 17 Tage

später als im zweiten Versuchsjahr ausgesäten Baumwolle bis zur Blüte zügig, entsprechend dem zweiten Versuchsjahr aber mit ca. zweiwöchiger zeitlicher Verschiebung.

Stellt man die zwei Versuchsjahre hinsichtlich der phänologischen Entwicklung der Baumwolle einander gegenüber, hat man folgendes Bild vor sich: Im ersten Versuchsjahr erreichten die Pflanzen den Aufgang in 6, die Knospenbildung in 54, die Blüte in 58, die Kapselbildung in 103 und schließlich den ersten Pflückgang in 150 Tagen, im zweiten Jahr nach 5 Tagen den Aufgang, nach 56 Tagen die Knospenbildung, nach 60 Tagen die Blüte, nach 110 Tagen die Kapselbildung und nach 150 Tagen den ersten Pflückgang. In beiden Versuchsjahren erreichten die Pflanzen, abgesehen von der zeitlichen Verschiebung, den ersten Pflückgang nach 150 Tagen, mit der Ausnahme, daß im ersten Versuchsjahr 1969 die Reife der Kapseln mit Hilfe von Chemikalien und im zweiten Versuchsjahr 1971 auf natürliche Weise erzielt wurde. Daraus ist abzuleiten, daß die Spätsaat je nach den Witterungsverhältnissen eine zeitlich verschobene Entwicklung der Baumwolle und eine verzögerte Kapselreife zur Folge hat. Die sich infolge der verspäteten Ansaat später entwickelnden Kapseln sind gegen Ende der Vegetationszeit erschwerenden klimatischen Einflüssen unterworfen, welche den Pflücktermin und eventuell den Ernteertrag sowohl qualitativ als auch quantitativ beeinträchtigen können.

Tabelle 14: Phanologische Daten der Baumwollpflanze in der Menemen-Ebene

1. Datum 2. Zahl der Tage	Aussaat	Aufgang	Knospen	Blüte	Kapsel	1. Pflück- gang	2. Pflück- gang	3. Pflück- gang
Normal im 1.	21. 4.-15. 5	26. 4.-20. 5	15. 6.-4. 7	20. 6.-9. 7	30. 7.-28. 8	23. 9.-7. 10	13. 10.-27. 10	28. 10.-21. 11
Gebiet:	2. 0-0	5-5	55-50	60-65	100-105	155-145	175-165	190-190
1964 [†] :	1. 1. 5.-20. 5	6. 5.-25. 5	25. 6.-9. 7	30. 6.-14. 7	19. 8.-2. 9	28. 9.-12. 10	13. 10.-27. 10	28. 10.-26. 11
2.	0-0	5-5	55-50	60-65	110-105	150-145	165-160	180-190
1965 [†] :	1. 21. 5.-9. 6	26. 5.-14. 6	14. 7.-24. 7	15. 7.-29. 7	24. 8.-7. 9	13. 10.-22. 10	23. 10.-11. 11	12. 11.-11. 12
2.	0-0	5-5	54-45	55-50	95-90	145-135	155-155	175-185
1966 [†] :	1. 6. 5.-30. 5	11. 5.-4. 6	25. 6.-14. 7	5. 7.-24. 7	4. 8.-28. 8	23. 9.-12. 10	13. 10.-11. 11	12. 11.-16. 12
2.	0-0	5-5	50-45	60-55	90-90	140-135	160-165	190-200
1969 ^{††} :	1. 17. 5.-1969	23. 5.-1969	9. 7.-1969	14. 7.-1969	28. 8.-1969	14. 10.-1969	28. 10.-1969	
2.	0	6	54	58	103	150	165	
1971 ^{††} :	1. 1. 5.-1971	6. 5.-1971	26. 6.-1971	30. 6.-1971	18. 8.-1971	28. 9.-1971	14. 10.-1971	29. 10.-1971
2.	0	5	56	60	110	150	165	180

† Dreijährige Versuchsergebnisse der Bewässerungsversuchsstation in Menemen

†† Ergebnisse während der Bewässerungsversuche auf der Versuchstation in Menemen

4.1.1 Entwicklung der Pflanzenhöhe

Für das vegetative Wachstum und damit die Trockenmassebildung ist die Entwicklung der Pflanzenhöhe ein wesentlicher Gesichtspunkt. Je besser sich die Pflanzen vor der Reifungsphase entwickeln, um so mehr besteht die Möglichkeit zur Bildung zahlreicher Knospen und anschließend von Kapseln. Die Erfahrungen zeigten, daß kümmerlich gediehene Pflanzen in der Höhe kürzer sind und demzufolge weniger Knospen bzw. Kapseln ansetzen. Die geringe Pflanzenhöhe der Standardvariante ist ein konkretes Beispiel, um die aufgeführten Aussagen zu unterstreichen.

Wie aus den Abbildungen 9 und 10 hervorgeht, belief sich die Entwicklung der Pflanzenhöhe bei der Baumwolle in beiden Versuchsjahren von der Aussaat bis Mitte Juni auf eine Höhe von ca. 20 cm. Von diesem Zeitpunkt an nimmt das Längenwachstum, parallel zu dem anderen vegetativen Wachstum der Pflanzen bis zur ersten Wassergabe, im Gegensatz zur Jugendentwicklung, stärker zu. Diese rasche Entwicklung der Pflanzenhöhe vor Beginn der Bewässerung wird dadurch begründet, daß erstens die kritische Jugendentwicklung abgeschlossen war, und zweitens bis zu diesem Zeitpunkt die dem oberirdischen Wachstum gegenüber vorgeeilten Wurzeln schon recht gut ausgebildet waren. Infolge der stärker entwickelten Wurzeln, was durch meine Untersuchungen nachgewiesen wurde, erreichten die Pflanzen bis zum 3. Zeitschnitt 1971 eine Höhe von über 60 cm, da bei der angelangten Wurzeltiefe das neue Feuchtigkeitsreservoir des Bodens zugunsten des oberirdischen Wachstums erschlossen war. Von diesem Zeitpunkt an, also kurz nach der ersten Wassergabe Mitte Juli, ist deutlich der Wassermangel bei der Standardvariante zu erkennen. Während die Pflanzenhöhe aller Bewässerungsvarianten weiter kontinuierlich zunimmt, ist das Längenwachstum der unbewässerten Variante zu diesem Zeitpunkt bereits abgeschlossen, die Kurve verläuft von hier ab parallel zur Zeitachse. Diese Tatsache bestätigt die Richtigkeit der Wahl des Zeitpunktes für die erste Bewässerung.

Es war sowohl im ersten Versuchsjahr, noch deutlicher aber im zweiten Versuchsjahr zu sehen, daß die Entwicklung der Pflanzenhöhe aller Varian-

Abb. 9 Entwicklung der Pflanzenhöhe im Laufe der Vegetation 1969

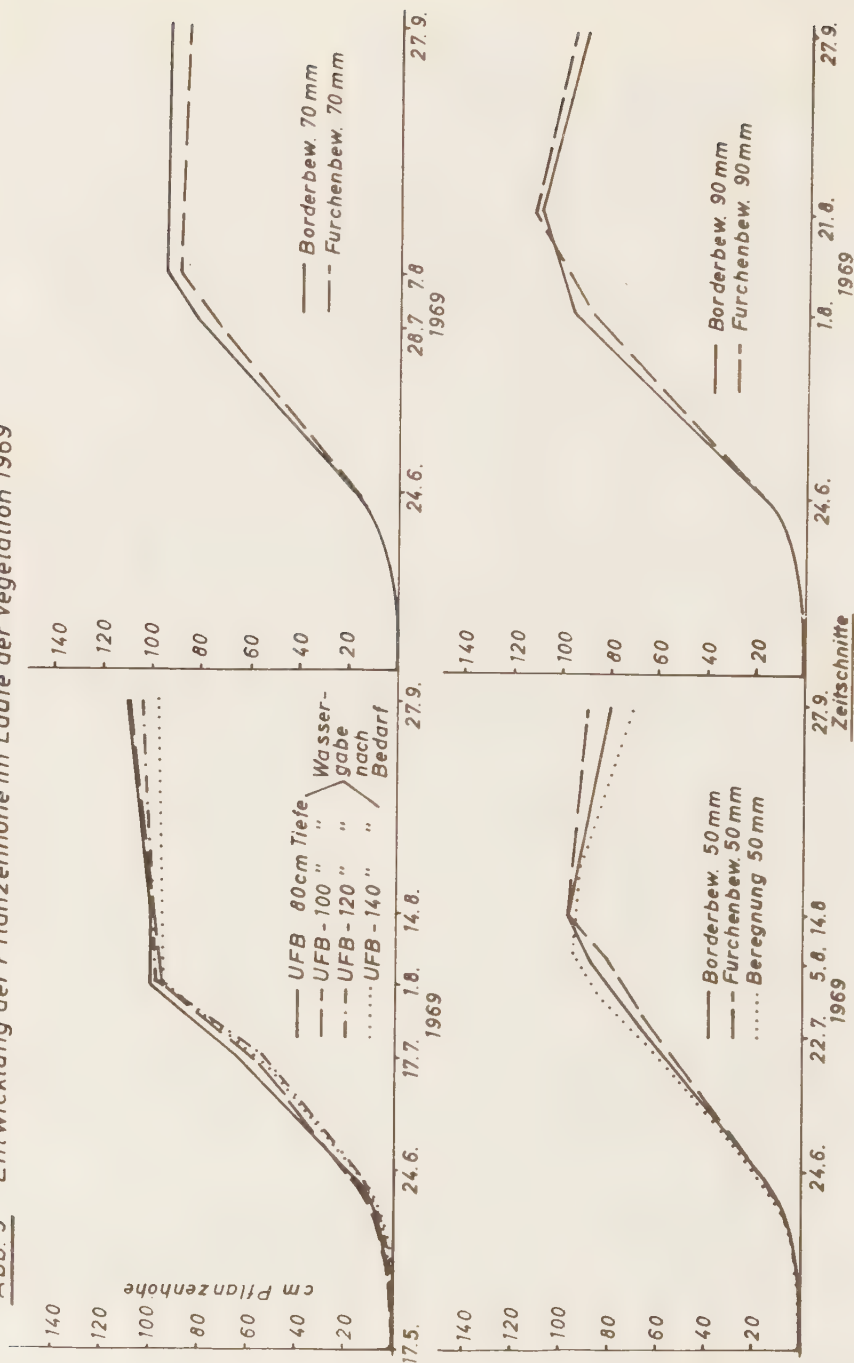
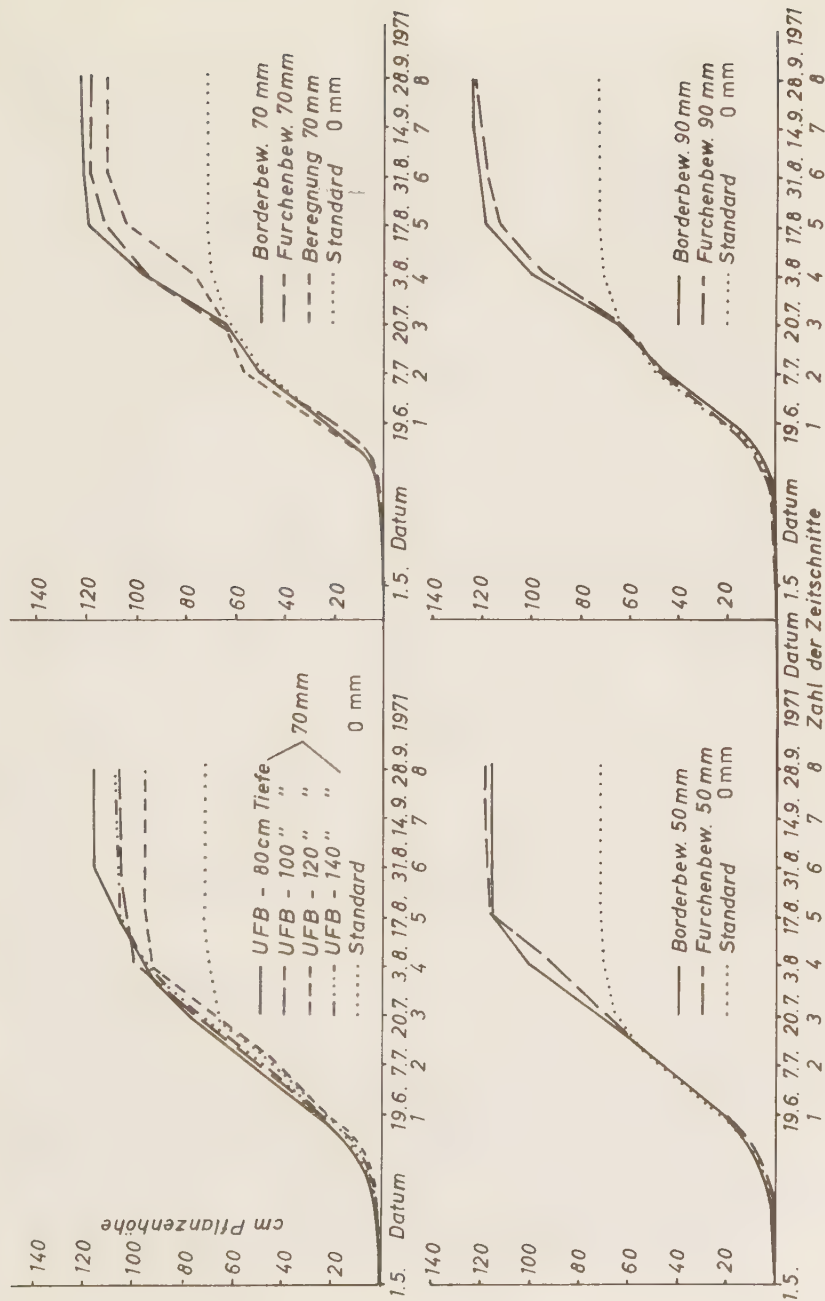


Abb. 10 Entwicklung der Pflanzenhöhe im Laufe der Vegetation 1971



ten, einschließlich der Standardvariante, bis zur ersten Wassergabe, abgesehen von geringen Abweichungen, fast gleich verlief. D. h. die Versuchsbedingungen für alle Varianten können als gleich angesehen werden, obwohl wir es mit einem Standort auf Alluvialboden zu tun haben und die unterschiedliche Behandlung der Bewässerungsvarianten in den Jahren 1969 und 1971 nicht so starke Veränderungen der Bodeneigenschaften hervorgerufen hat, daß sie auf das erste Stadium der Jugendentwicklung der Baumwolle wirksam werden konnten. Im zweiten Versuchsjahr, in dem die Zeitschnitte in zweiwöchigen Abständen durchgeführt worden waren, ist außerdem deutlich erkennbar, daß die Pflanzenhöhen aller Varianten bei dem dritten Zeitschnitt noch eng zusammen liegen. Von hier ab nimmt die Pflanzenhöhe bis zum 5. Zeitschnitt stark zu. Da die letzte Wassergabe bei den bewässerten Varianten zwischen dem 5. und dem 6. Zeitschnitt liegt, und dieser Zeitpunkt als Ende des vegetativen und Anfang des generativen Wachstums angesehen werden kann, verläuft die weitere Entwicklung der Pflanzenhöhe vom 5. bis zum 8. Zeitschnitt höchstens noch geringfügig steigend.

Betrachtet man die Wuchshöhe der einzelnen Varianten bezüglich der Jahre gegen Ende der Vegetation, stellt man geringe Unterschiede zwischen den Unterflurbewässerungs- und den Furchenbewässerungsverfahren und mäßige Unterschiede zwischen den übrigen Bewässerungsmethoden fest. Die geringen Wuchshöhenunterschiede der Unterflurbewässerungs-Variante und die mäßigen bei der Variante-Beregnung zwischen beiden Jahren sind auf die unterschiedlichen Behandlungen bezüglich der Wassergaben zurückzuführen. Es soll hier außerdem der Einfluß der zeitlich verschobenen Aussaattermine und die von Jahr zu Jahr schwankenden Witterungsverhältnisse nicht außer Acht gelassen werden. Im Jahre 1969 ist bei einigen Varianten ein Rückgang der Pflanzenhöhe gegen Ende der Vegetation zu erkennen (Abbildung 9). Diese Verringerung der Pflanzenhöhe kann nicht als echte Abnahme betrachtet werden, sondern muß als Fehler bei der Auswahl der Pflanzen für die Zeitschnitte erklärt werden. Aus diesem Grunde wurden die Messungen 1971 während der ganzen Vegetationszeit an den gleichen stehenden 10 Pflanzen jeder Parzelle vorgenommen und dadurch Fehler durch die Auswahl

der Pflanzen ausgeschlossen. Die Ergebnisse von 1971 (Abbildung 10) zeigen deshalb keine abnehmende Tendenz der Pflanzenhöhe.

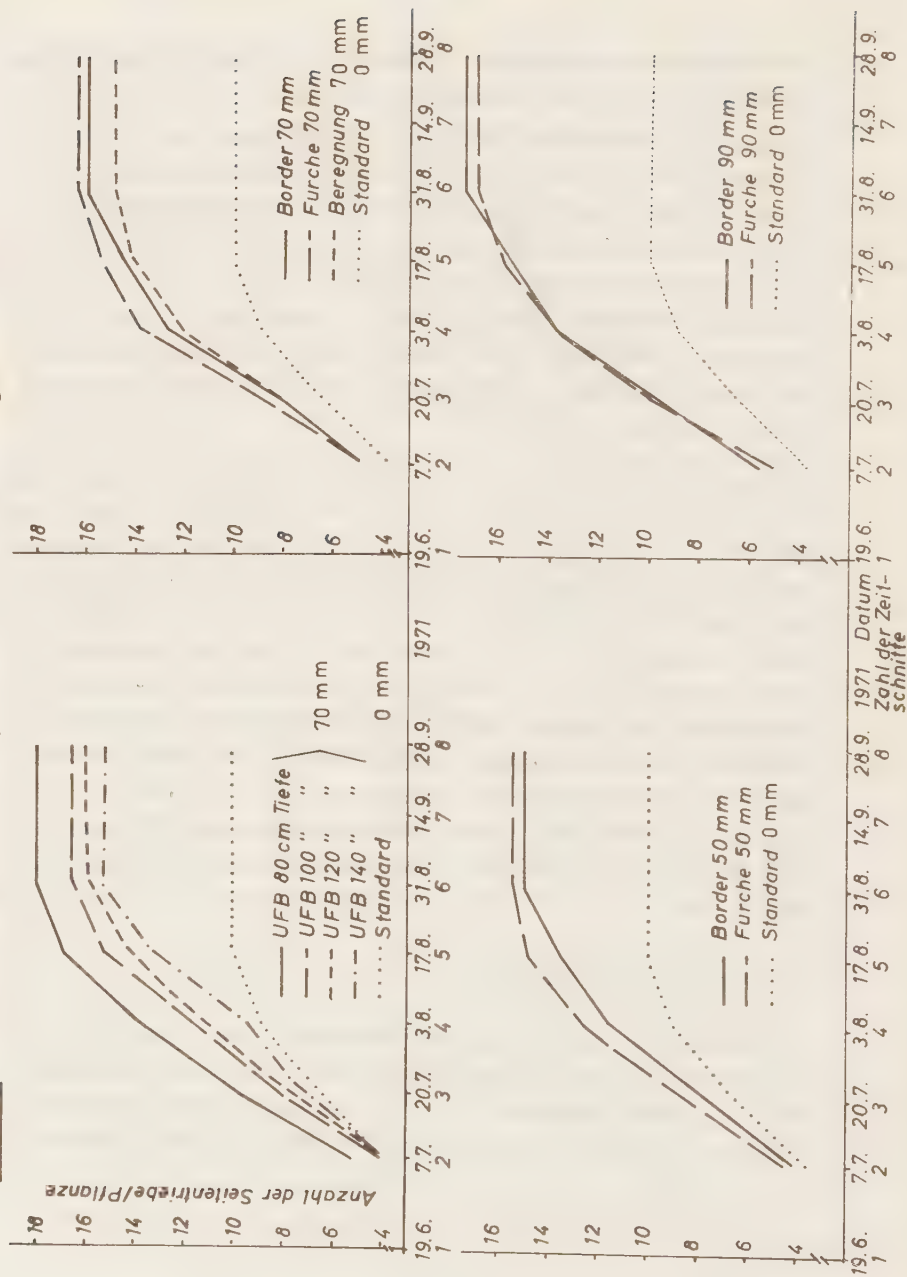
Betrachtet man zunächst die Entwicklung der Pflanzenhöhe bei den Unterflurbewässerungsvarianten, so stellt man fest, daß die Verlegetiefe von 80 cm sich in beiden Jahren besonders günstig auf das Wachstum der Baumwolle auswirkte. Der Aufstieg der Kurven erfolgt steiler und erreicht auch höhere Werte als bei den tiefer verlegten Strängen. Beim Vergleich dieser Variante der Unterflurbewässerung mit den anderen Verfahren bei gleicher Wassergabe, also 70 mm, erkennt man deutlich, daß die Unterflurbewässerung einen früheren und gleichmäßigeren Aufstieg der Pflanzenhöhe bewirkte als alle anderen Verfahren.

Wie aus Abbildung 10 weiterhin zu ersehen ist, verlaufen die Wuchshöhen der Border- und Furchenbewässerungsvarianten, nämlich 50, 70 und 90 mm, im Jugendstadium gleichmäßig. Die Divergenz der einzelnen Kurven findet dann erst nach dem Einsetzen der Bewässerung statt. Der Unterschied der Entwicklung der Pflanzenhöhen zwischen den Border- und Furchenbewässerungsverfahren bei den 50, 70 und 90 mm Wassergaben ist unerheblich, dagegen erweist sich die Furchenbewässerung gegenüber der Borderbewässerung bei allen Varianten als etwas vorteilhafter. Trotz der vorgeeilten Wuchshöhe bei der Beregnungsvariante ist diese nach der ersten Wassergabe der Depression unterzogen, sie erholt sich jedoch bei weiteren Wassergaben. Schließlich läßt sich der Einfluß der Bewässerung im großen und ganzen durch die zurückgebliebene Entwicklung der Standardvariante deutlich erkennen.

4.1.2 Anzahl der Seitentriebe

Die infolge der vegetativen und generativen Entwicklung entstehende Ertragsbildung wird durch die von der monopodialen Hauptachse entspringenden monopodialen und sympodialen Verzweigungen der Baumwollpflanze bestimmt. Der erblich bedingte Habitus der Verzweigung kann weitgehend

Abb. 11 Anzahl der Seitentriebe je Pflanze im Laufe der Vegetation 1971



durch die Wachstums- und Kulturverhältnisse beeinflußt werden (42, 89, 109). Die Verzweigung setzt ein, wenn die Pflanzen die kritische Phase der unterirdischen und oberirdischen Jugendentwicklung überstanden haben. Die weiteren Entwicklungen der Seitentriebe in diesem semiariden Gebiet werden bis zum Beginn der Bewässerung durch das unterirdische Wachstum und die Nährstoffversorgung bestimmt. Aus zahlreichen einschlägigen Veröffentlichungen (20, 27, 41, 42, 53, 56, 71, 96) geht hervor, daß das zu frühe Einsetzen der Bewässerung das Wurzelwachstum hindern und infolgedessen das oberirdische Wachstum der Pflanzen beeinträchtigen wird. Deshalb empfiehlt die staatliche Bewässerungsversuchsstation in Menemen den Landwirten, nicht zu früh mit der Bewässerung zu beginnen.

Um auf die Frage, inwieweit die Bewässerungsmethoden und die verschiedenen dosierten Wassergaben die Verzweigung und damit den Ernteertrag beeinflussen, eingehen zu können, wurde im ersten Versuchsjahr 1969 vor der Ernte, im zweiten Versuchsjahr 1971 vom Anfang der Verzweigung, nämlich ab dem zweiten Zeitschnitt, regelmäßig die Anzahl der Seitentriebe ermittelt. Wie Abbildung 11 veranschaulicht, beginnt die Verzweigung schon 40 bis 50 Tage nach der Aussaat. Beim zweiten Zeitschnitt am 7.7.1971 wurden bei allen Varianten 4 bis 5 Seitentriebe gezählt. Die für den Ertrag bestimmende Höchstzahl der Seitentriebe, entsprechend den Varianten, wurde beim 5. Zeitschnitt, also etwa 110 Tage nach der Aussaat, erreicht, da das weitere Fortschreiten der Seitentriebe, obwohl sie fruchttragend sind, wegen der verspäteten Reife für den Ernteertrag unwesentlich ist.

Unter den Unterflurbewässerungs-Varianten erzielt die 80 cm Verlegetiefe die höchste Anzahl der Seitentriebe. Während bei der Wuchshöhe die Überlegenheit der 80 cm Verlegetiefe erst gegen Ende der Vegetationszeit deutlich wird, ist die Anzahl der Verzweigungen bei dieser Variante bereits von Anfang an, also beim 2. Zeitschnitt, d.h. vor der ersten Wassergabe, bedeutend höher als bei den tieferen Verlegetiefen. Die Verlegetiefe der Folie von 80 cm wirkt sich also auch hinsichtlich der Ausnutzung der gespeicherten Winterniederschläge vorteilhaft aus. Der Vorsprung der Varian-

te mit flacher Verlegung der Unterflurbewässerung kann von den Varianten mit tieferer Verlegung nicht eingeholt werden. Eine deutliche Abstufung im Verlauf der Verzweigungskurven ist während der ganzen Vegetationszeit vorhanden, d.h. mit zunehmender Verlegetiefe nimmt die Wasserversorgung der Pflanze bei gleicher Wassergabe (70 mm) ab. Die früheren Verzweigungen sind nach F. Incekara (89), was den Ernteertrag anbelangt, deswegen von größter Bedeutung, weil die unteren sympodialen (fruchttragenden) Verzweigungen in erster Linie für die ersten Pflückernten maßgebend sind. Eine deutliche Verlangsamung der Verzweigungen weist die 140 cm-Variante zwischen dem 3. und 4. Zeitschnitt auf, was man auf die schlechte Wasserversorgung bzw. Anstrengung der Wurzeln zuungunsten der oberirdischen Entwicklung zurückführen kann.

Bei der Betrachtung der Verzweigungszahlen der Oberflächenbewässerung fällt zunächst eine deutliche positive Abhängigkeit der Verzweigungszahl von der Höhe der Wassergabe auf. Die Behandlung mit 90 mm Borderbewässerung erreicht fast die Verzweigungszahl der besten Unterflurbewässerungsvariante. Zwischen Border- und Furchenbewässerung bestehen unterschiedliche Wirkungen auf die Verzweigungszahl in der Weise, daß bei gleicher Wassergabe die Furchenbewässerung eine frühere Verzweigung und etwas höhere Verzweigungsendzahlen bewirkt. Dieser Unterschied ist bei der höchsten Wassergabe von 90 mm nicht mehr vorhanden. Außer dem Standard weist die Beregnungsvariante die niedrigste Verzweigung unter allen Varianten auf.

4.1.3 Blattzahl

Eine wichtige Voraussetzung für den Assimilationsvorgang ist die am Anfang zögernde, aber allmählich beschleunigte Bildung der Blätter. Es ist allgemein bekannt, daß das generative Wachstum und damit die Ertragsbildung der Pflanzen erheblichen Schaden erleiden, wenn die sich bildenden oder schon gebildeten Blätter, bedingt durch Schädlingsbefall oder ungünstige Kulturverhältnisse, geschädigt werden (75, 76, 78). Überdies können die Anzahl und die Größe der gebildeten Blätter innerhalb derselben Sorte

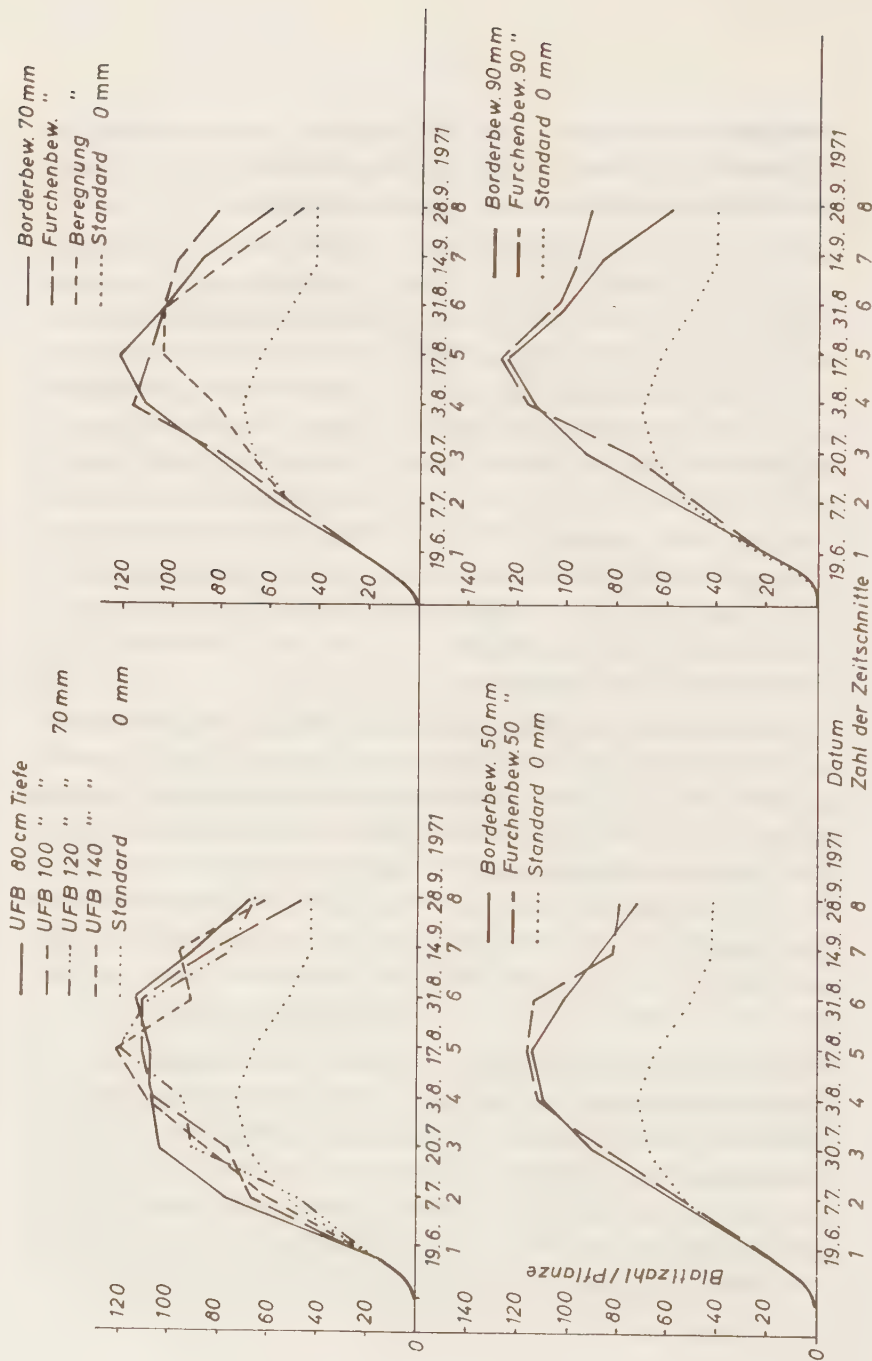
verschieden sein. Nicht zuletzt ist die Wirkung der abgefallenen Blätter im Hinblick auf die physikalische Verbesserung und die Nährstoffversorgung, also die Fruchtbarkeit des Bodens, von großer Bedeutung.

Die im zweiten Versuchsjahr während der Vegetationszeit ermittelte durchschnittliche Anzahl der gebildeten Blätter pro Pflanze wurde in Abbildung 12 graphisch dargestellt. Wie daraus ersichtlich ist, beginnt vom 2. Zeitschnitt an die rasche Bildung der Blätter bei allen Versuchsvarianten. Unter den Unterflurbewässerungs-Varianten erreichte die 80 cm-Variante schon beim 3. Zeitschnitt fast die höchste Blattzahl, während die übrigen Unterflurbewässerungs-Varianten zögernd, und zwar erst beim 5. Zeitschnitt, die höchste Blattzahl erlangten. Im Gegensatz zu der raschen Blattbildung der flach verlegten Unterflurbewässerungs-Varianten weisen die 120- und 140 cm-Varianten erst beim 5. Zeitschnitt die höchste Blattzahl auf. Der Blattabfall tritt nach dem 6. Zeitschnitt bei den 80- und 100 cm-flach verlegten Varianten, hingegen bereits nach dem 5. Zeitschnitt bei den 120- und 140 cm-Varianten ein.

Aus der Entwicklung der Pflanzenhöhe und der Bildung der Seitentriebe sowie der Blattbildung der Baumwollpflanze kann gefolgert werden, daß auf der 80 cm-Verlegetiefe der Unterflurbewässerungs-Varianten für die rasche vegetative Entwicklung und das Wachstum der Pflanzen die erste und die zweite Wassergabe entscheidend sind, während bei den zunehmenden Verlegetiefen die zweite und die weiteren Wassergaben stärker wirksam werden. Daraus ergibt sich die Schlußfolgerung, daß die zu allen Unterflurbewässerungs-Varianten verabreichte gleiche Wassermenge dem vegetativen Wachstum der Pflanzen auf den flach verlegten Strängen entgegenkommt.

Obwohl bei gleicher Wassergabe sowohl durch die tiefer verlegte Unterflurbewässerung als auch die Border- und Furchenbewässerung höhere Blattzahlen erreicht wurden als bei der Unterflurbewässerung mit 80 cm Verlegetiefe, ist die zeitliche Vorverlegung der vegetativen Entwicklung dieser Variante als besonders vorteilhaft herauszustellen. Denn eine frühe vegetative Entwicklung als Voraussetzung für ein rechtzeitiges Einsetzen der Ertragsbildung muß in Gebieten mit begrenzter Vegetationszeit stets

Abb. 12 Entwicklung der Blattzahl je Pflanze im Laufe der Vegetation 1971



angestrebt werden.

Bei der Betrachtung der Blattbildung der Oberflurbewässerungs-Varianten zusammen mit der Beregnung kann die Wirkung der verschiedenen Wassergaben und Bewässerungsverfahren durch die Divergenz der Blattbildungskurven in Abbildung 12 deutlich erkannt werden. Die Kurven aller Oberflurbewässerungs-Varianten mit 50, 70 und 90 mm Wassergaben zeigen die divergierende Tendenz zwischen dem 2. und 3. Zeitschnitt, wo die erste Wassergabe verabreicht wurde. Die Blattbildung bei der Borderbewässerung ist am Anfang höher als bei der Furchenbewässerung, hingegen überschneiden sich die Furchenbewässerungs- und die Borderbewässerungskurven bei allen Wassergaben kurz vor dem 4. Zeitschnitt. Bei allen Wassergaben, 50, 70 und 90 mm, bildet die Furchenbewässerung die höchste Blattzahl. Wie aus dem Verlauf der Blattbildung zu entnehmen ist, erhöht sich im allgemeinen die Blattzahl mit zunehmender Wassermenge. Der Blattabfall gegen Ende der Vegetation tritt bei allen Oberflurbewässerungs-Varianten ab dem 5. bzw. 6. Zeitschnitt allmählich, aber dann rasch zunehmend ein.

Eine Ausnahme bildet die Beregnungskurve. Die Blattbildung erfolgt vom 2. bis zum 3. Zeitschnitt parallel zu der Standardvariante. Vom 3. bis zum 5. Zeitschnitt wird die Blattbildung stark beschleunigt. Die beim 5. Zeitschnitt erreichte höchste Blattzahl der Beregnungsvariante bleibt bis zum 6. Zeitschnitt unverändert. Der Blattabfall nimmt stärker zu als bei den Border- und Furchenbewässerungsvarianten. Die niedrigste Blattzahl, ausgenommen die Standardvariante, wurde bei der Beregnungsvariante festgestellt.

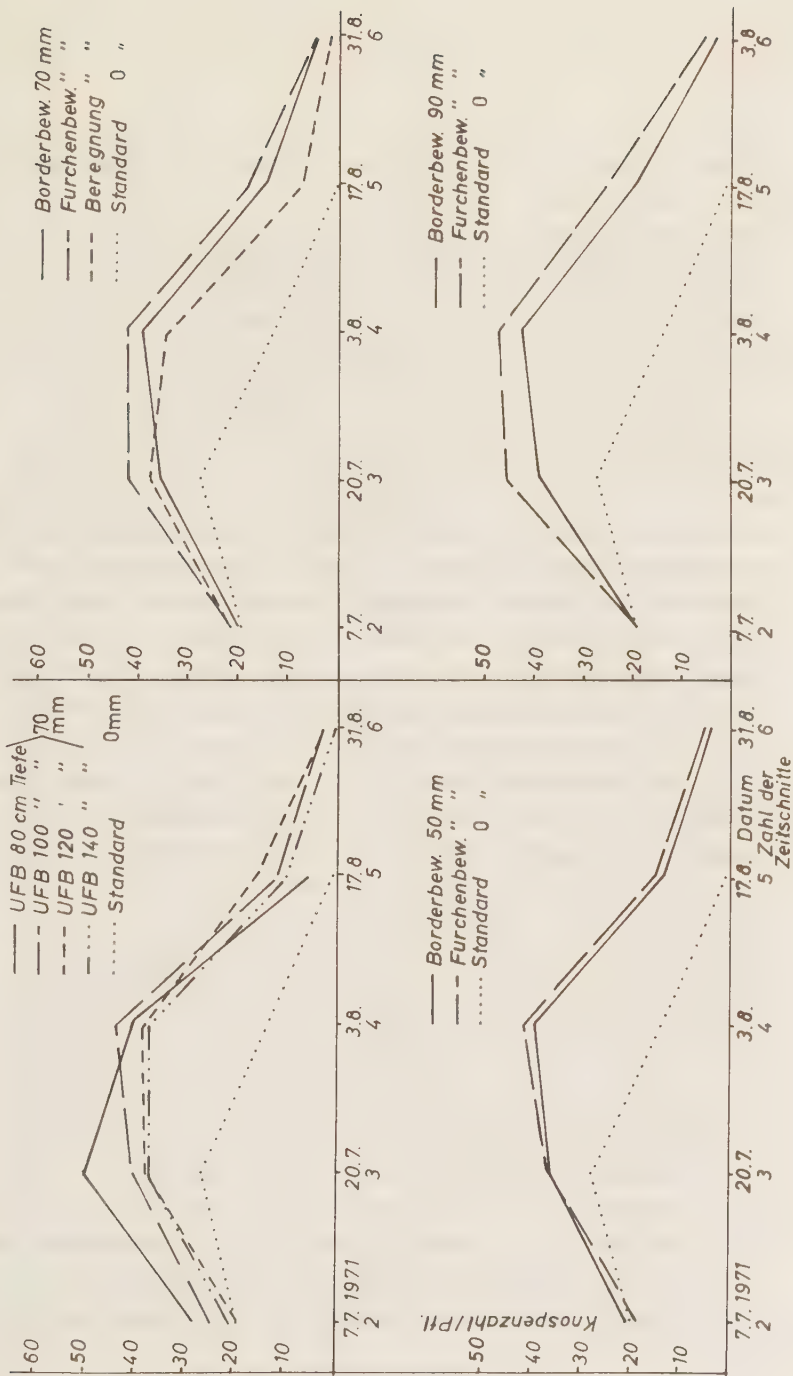
4.1.4 Knospen

Da die Baumwolle eine perenierende Pflanze ist, existiert keine bestimmte Grenze zwischen dem vegetativen und generativen Wachstum. Es soll aber hervorgehoben werden, daß der Zeitpunkt, an dem das vegetative Wachstum und die Entwicklung der einzelnen Organe den optimalen Stand erreicht haben, als Anfang des generativen Wachstums bezeichnet wird, obwohl das vegetative Wachstum fortschreitet.

Auf den allmählich entstehenden Fruchtzweigen erscheinen die ersten Knospen 50 - 60 Tage nach der Aussaat. Wie in der Abbildung 13 veranschaulicht wird, beginnt die Knospenbildung bei allen Versuchsvarianten bereits nach dem 1. Zeitschnitt. Die Anzahl der angesetzten Knospen pro Pflanze nimmt schon gegen den 2. Zeitschnitt leicht und bei dem dritten und vierten stark zu (ausgenommen die Standardvariante). Da die erste Wassergabe für alle Bewässerungsvarianten einheitlich 5 Tage nach dem 2. Zeitschnitt erfolgte, läßt die Divergenz der Kurven der einzelnen Varianten die deutliche Wirkung der verschiedenen Bewässerungsverfahren und der unterschiedlichen Wassergaben erkennen. Die unterschiedlichen Knospenzahlen der Unterflurbewässerungs-Varianten zum 2. Schnittermin müssen auf die unterschiedliche Wasserversorgung der Pflanzen aus den gespeicherten Winterniederschlägen erklärt werden. Die 80 cm-Verlegetiefe der Unterflurbewässerungs-Varianten weist eine klare Überlegenheit gegenüber den anderen Verlegetiefen in der Knospenzahl bis zum 4. Schnitt auf. Eine höhere Wirksamkeit der höheren Wassergaben von 70 und 90 mm gegenüber der niedrigen Gabe von 50 mm ist bei allen Bewässerungsverfahren bereits durch die 1. Wassergabe zu verzeichnen. Während die 80 cm-Verlegetiefe- und Beregnungsvarianten schon beim 3. Zeitschnitt nach Erreichen der höchsten Knospenzahl eine abnehmende Tendenz zeigen, weisen die übrigen Varianten, außer dem Standard, ein stetiges Zunehmen der Knospenbildung bis zum 4. Zeitschnitt auf.

Wie aus zahlreichen Untersuchungen und Literaturangaben hervorgeht (20, 42, 69, 89), blühen die auf den unteren Fruchtzweigen angesetzten Blütenknospen, je nach Art und Sorte, zwischen dem 21. und 33. Tag. Aus diesem Grunde ist anzunehmen, daß bei allen Varianten, insbesondere bei der 80 cm-Variante, die ersten angesetzten Knospen gegen den 3. Zeitschnitt aufgeblüht sind, d.h. die für die Ertragsbildung entscheidende generative Entwicklung der Baumwolle findet wesentlich in der Zeit nach dem 2. Zeitschnitt bzw. nach der ersten Wassergabe statt. Aus dieser Tatsache, daß durch verschiedene Bewässerungsverfahren und Wassergaben eine Beschleunigung der frühen Knospenbildung erfolgt und damit das Aufblühen, Befruchten und die Kapselbildung vorverlegt werden, kann eine

Abb. 13 Anzahl der Knospen pro Pflanze im Laufe der Vegetation 1971



frühere Ernte und dadurch eine qualitative und quantitative Ertragssteigerung erwartet werden.

Die zur Zeitachse parallel verlaufende Knospenbildung der 120- und 140 cm-Verlegetiefe der Unterflurbewässerungs-Varianten zwischen dem 3. und 4. Zeitschnitt ist auf die ungünstige Wasserversorgung bzw. das auf Kosten des oberirdischen Wachstums erfolgte stärkere Wurzelwachstum der Pflanzen zurückzuführen. Der abfallende Verlauf der Knospenzahl zwischen dem 3. und 4. Zeitschnitt bei der Beregnungsvariante führt zu der Annahme, daß die Beregnung während dieser Zeit die Baumwollpflanze noch schlechter mit Wasser versorgt als die tief verlegten Unterflurbewässerungs-Varianten. Eine Abnahme der Knospenzahl ist bei allen Bewässerungsvarianten, außer beim Standard, ab dem 4. Zeitschnitt zu verzeichnen. Die Knospenzahl erreicht bis zum 6. Zeitschnitt allmählich den Nullpunkt auf Kosten der gebildeten Kapseln. Bei der 80 cm-Unterflurbewässerungs- und der Standardvariante bereits etwas früher. Wegen der im Boden gespeicherten Frühjahrsniederschläge ist die Standardvariante in der Lage, bis zum 3. Zeitschnitt verhältnismäßig hohe Knospenzahlen (28/Pflanze) zu bilden. Danach ist wegen Wassermangel ein stetiger, starker Abfall der Knospenzahl zu verzeichnen, also bereits früher als bei den bewässerten Varianten mit Ausnahme der Beregnung, bei der auch bereits nach dem 3. Schnitt eine Reduzierung der Knospenzahl eintritt.

Im Hinblick auf die angeführten Feststellungen erstreckt sich die starke Knospenbildung im allgemeinen von Anfang Juli bis Anfang August und die Knospenreduzierung von Mitte August bis Anfang September. In der Zeit der starken Knospenbildung brachte die 80 cm-Unterflurbewässerungs-Variante mit 50 Knospen pro Pflanze die höchste Knospenzahl, die Beregnung mit 38 Knospen pro Pflanze die geringste unter den bewässerten Varianten, und die Standardvariante mit 27 Knospen pro Pflanze die niedrigste Knospenzahl.

Die Unterflurbewässerung mit flacher Verlegetiefe wirkte sich also nicht nur am günstigsten auf die vegetative Entwicklung der Baumwolle aus, sondern bewirkte auch eine deutlich frühere und verstärkte Anlage von generativen Organen als Voraussetzung für einen vorteilhaften Verlauf der Ertragsbildung.

4.1.5 Blütenzahl

Der kurze Übergang von angesetzten Knospen bis zur Kapselbildung ist die Blütezeit und die anschließende Befruchtung. Die Entstehung der einzelnen Kapseln hängt völlig von der Entwicklung der Blüten ab, deren Aufblühen, Befruchtung und Verblühen innerhalb von 2 - 3 Tagen geschieht. Die kritischen Tage sind der Tag des Aufblühens und die ersten Tage nach dem Aufblühen. Diese kurze Zeit des generativen Wachstums spielt insbesondere für den Ernteertrag eine entscheidende Rolle, denn besonders in dieser Phase benötigt die Baumwolle eine angemessene Wasserversorgung. Anderenfalls ist mit starkem Blütenabwurf zu rechnen.

Die Entstehung der generativen Phase der Baumwolle erfolgt mit einer Gesetzmäßigkeit auf den sympodialen Zweigen. Das Aufblühen beginnt im allgemeinen mit der ersten Blüte des ersten (untersten) Fruchtzweiges in unmittelbarer Nähe der Hauptachse. 3 Tage später blüht die erste Blume des zweiten Fruchtzweiges auf. Ebensoviele Tage danach folgt die erste Blüte des dritten Sympodiums, usw. Die vom Boden bis zum Vegetationskegel mit Zeitabständen von 3 Tagen entstehende Blütenreihe wird als "kurze Folge" bezeichnet. Nachdem die ersten Blüten der untersten Verzweigungen nacheinander aufgeblüht sind, öffnet sich die zweite Blüte des ersten (untersten) Fruchtzweiges, somit beginnt eine neue Folge mit der zweiten Blüte des untersten Fruchtzweiges. Die Zeit des Aufblühens zwischen der ersten, zweiten, dritten und weiteren Blüten auf demselben Fruchtzweig beträgt bei Upland-Sorten etwa 6 Tage. Diese Zeit nennt man die "lange Folge" (42, 69, 89). Auf diese Weise entsteht vom Boden nach der Spitze und von innen nach außen an den Fruchtzweigen eine Blüten-Spirale (Abbildung 14). Die erste Blüte der Baumwollpflanze öffnet sich auf der ersten Verzweigung in unmittelbarer Nähe der Hauptachse und die letzte an der äußersten Stelle des letzten Fruchtzweiges. Entsprechend dem Blühablauf verläuft auch der Reifungsvorgang der Kapseln. Dieser Sachverhalt ist bei der Baumwolle erblich bedingt.

Auf Grund der geschilderten Blüten- bzw. Befruchtungs-Spirale und der kurzen Blühdauer der einzelnen Blüten konnten die periodisch durchgeführ-

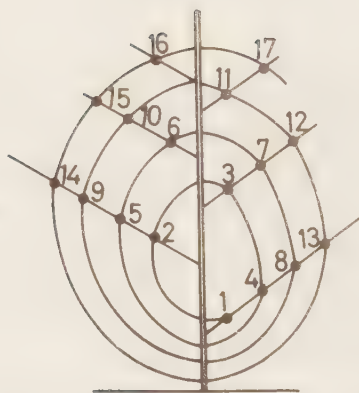


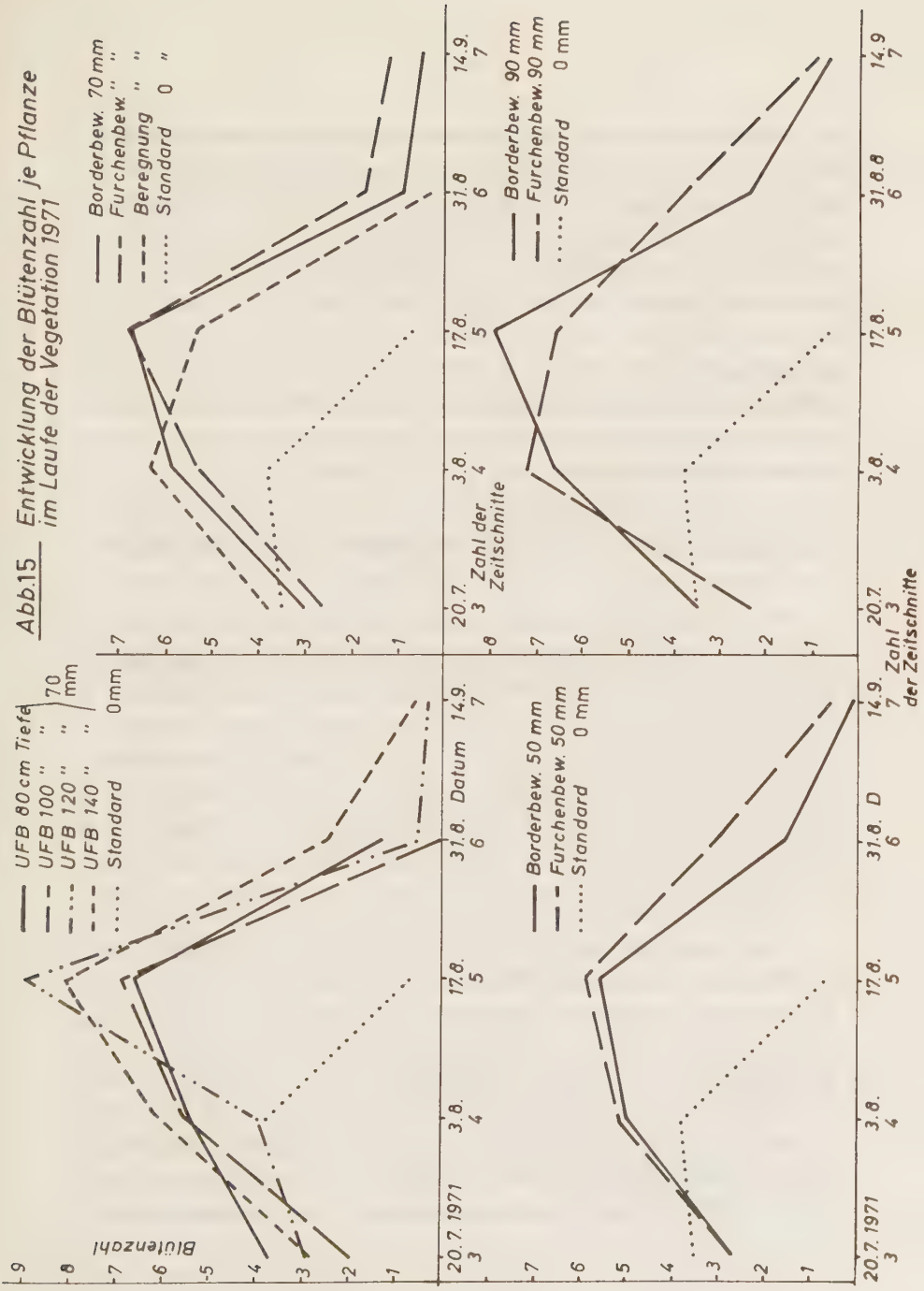
Abb. 14: Blüten- bzw. Befruchtungs-Spirale der Baumwollpflanze
(Aufnahme: N. Özçürümez)

ten Zählungen über Gesamtblütenzahl pro Pflanze keinen präzisen Aufschluß zur Gesamtzahl der Blüten einer Pflanze geben. Die festgestellten Durchschnittsergebnisse der Blütenzahl je Pflanze sagen jedoch etwas aus über die Dauer der Gesamtblüte und wieviele Blüten pro Pflanze gleichzeitig geöffnet sein können. Die Wirkung der einzelnen Bewässerungsverfahren und der unterschiedlichen Wassergaben wird durch die in Abbildung 15 dargestellten Kurven veranschaulicht. Auf Grund der gemachten Zählungen der Blütenzahl je Pflanze kann folgendes festgestellt werden:

1. Im allgemeinen erstreckt sich die Blühdauer von Anfang Juli bis Mitte September. Eine Blütenkonzentration ist bei allen Bewässerungsvarianten zwischen dem 3. und 6. Zeitschnitt zu beobachten. Das entspricht annähernd der Hauptbewässerungssaison, nämlich der Zeit von Mitte Juli bis Ende August.

2. Eine Gegenüberstellung der Unterflurbewässerungs-Varianten hinsichtlich der Blütenbildung zeigt ein anderes Bild als bei der Knospenbildung. Während die Gesamtknospenzahl je Pflanze von 80- bis 140 cm-Verlegetiefen eine abnehmende Tendenz aufweist, stellt man ein umgekehrtes Bild bei der Blütenzahl fest. Dies ist wahrscheinlich auf die während des 11tägigen Bewässerungsturnusses spät, aber kontinuierlich anhaltende

Abb.15 Entwicklung der Blütenzahl je Pflanze
im Laufe der Vegetation 1971



Feuchtigkeitszufuhr der tief verlegten 120- und 140 cm-Varianten zurückzuführen. Ob die höhere Blütenzahl der Varianten mit tief verlegten Folien für die Ertragsbildung eine Bedeutung hat, wird bei der Kapselbildung besprochen. Die verhältnismäßig hohe Blütenzahl von fast vier Blüten/Pflanze bei der Unterflurbewässerung mit 80 cm Verlegetiefe bereits zum 3. Zeitschnittermin deutet an, daß diese Variante auch in der Blütezeit etwas früher ist als die übrigen. Der frühere Abschluß der Blütezeit bei dieser Variante ist ebenfalls als vorteilhaft zu betrachten, denn die spät in Erscheinung tretenden Blüten können in der begrenzten Vegetationszeit nicht mehr zur Ertragsbildung beitragen, sondern eher die Ausbildung der früh angesetzten Kapseln negativ beeinflussen.

3. Bei allen Bewässerungsvarianten wird die höchste Blütenzahl je Pflanze beim 5. Zeitschnitt, nämlich Mitte August, erreicht. Eine starke Abnahme der Blütenzahl ist zwischen dem 5. und 6. Schnitt festzustellen.

4. Bei den unterschiedlichen Wassergaben der Oberflächenbewässerung nimmt die Blütenzahl je Pflanze bei jeder Erhöhung der Wassergabe zu. Ein Vergleich der Border- und Furchenbewässerung gibt keinen Anhaltspunkt über die Überlegenheit der einzelnen Varianten. Außer der 90 mm-Wassergabe verlaufen die Kurven der 50 und 70 mm-Border- und Furchenbewässerungsvarianten fast parallel zueinander. Die höchste Blütenzahl je Pflanze stellt man bei der 90 mm-Furchenbewässerung beim 4. Zeitschnitt fest, während die 90 mm-Borderbewässerung die höchste Blütenzahl beim 5. Zeitschnitt, also 2 Wochen danach, erreicht.

5. Eine stetige, aber kurze Zunahme der Blütenbildung weist die Beregnung zwischen dem 3. und 4. Zeitschnitt auf. Ab dem 4. Zeitschnitt ist eine ständige Abnahme der Blütenzahl pro Pflanze zu verzeichnen. Die ab dem 4. Zeitschnitt eingetretene abnehmende Blütenbildung je Pflanze ist erfahrungsgemäß und nach Literaturangaben (42, 69, 100, 119) auf die den Knospen- bzw. Blütenabwurf bewirkenden Faktoren zurückzuführen; das sind die während der Beregnung durch das künstliche Mikroklima erzeugte übermäßige Luftfeuchtigkeit und die auf die nach Sonnenaufgang geöffneten Blüten fallenden Beregnungstropfen und nicht zuletzt der durch die naßwerdenden

Pflanzen beschleunigte Schädlingsbefall.

6. Die Standardvariante erfährt hinsichtlich der im Boden bis zum 4. Zeitschnitt noch vorhandenen Bodenfeuchtigkeit und infolge der in den Boden tiefgehenden Pfahl- und Seitenwurzeln ausreichenden Wasserversorgung eine leichte Zunahme der Blütenbildung.

4.1.6 Kapseln

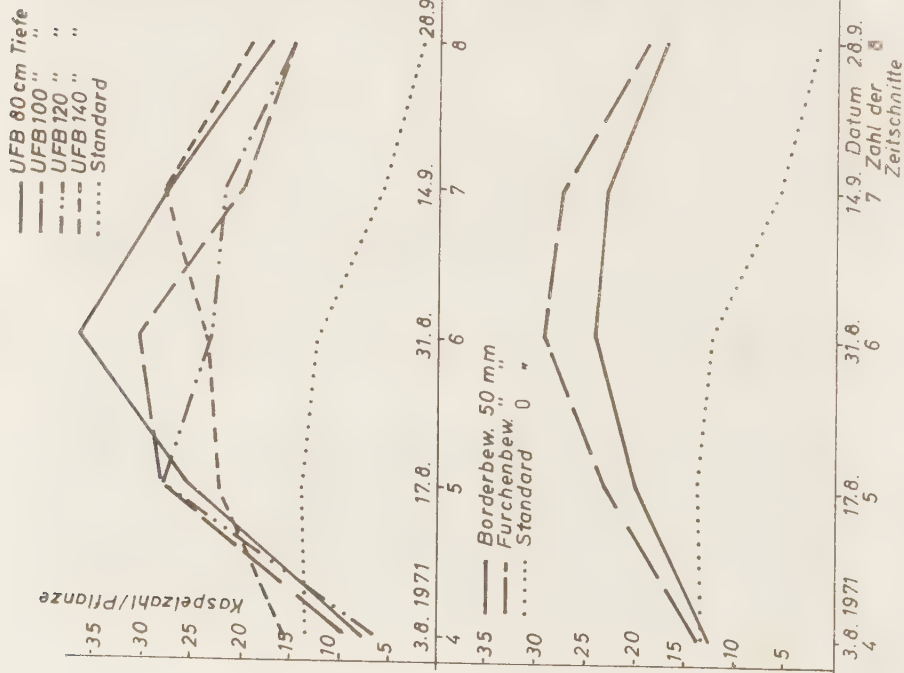
Der Erfolg der Kapsel- bzw. Ertragsbildung der Baumwolle hängt in erster Linie vom Gelingen der Befruchtung der Blüten 24 bis 36 Stunden nach dem Aufblühen ab. Diese Tatsache ist für die Entstehung der Baumwollkapseln von größter Bedeutung. Die zeitliche Kapselbildung erfolgt nach der beschriebenen Blüten- bzw. Befruchtungs-Spirale, welche für die Baumwollpflanze ein besonderes, erblich bedingtes Charakteristikum ist.

Nach Fränkel (69) und zahlreichen Autoren hat die junge Kapsel nach der Befruchtung einen Durchmesser von 4 bis 5 mm. Das Wachstum der jungen Kapseln nimmt täglich zu. Die Kapsel ist nach Brown (42) bei Upland-Sorten 21 Tage nach der Befruchtung ausgewachsen. Nachdem die Kapsel die äußerste Größe erreicht hat, tritt eine Ruhepause ein, in der die weitere innere Differenzierung für die Kapselreifung erfolgt. Während der inneren Reifung sind keine äußerlichen Veränderungen der Kapsel wahrzunehmen. Die innere Reifungsdauer der Kapseln erstreckt sich je nach Witterungs- und Kulturverhältnissen über 30 bis 40 Tage. Gemäß der geschilderten Blüten-Spirale beträgt die Gesamtreifungszeit der einzelnen Kapseln, nämlich vom Blühen bis zum Öffnen der Kapseln, je nach Sorte und erwähnten Verhältnissen, zwischen 50 und 60 Tagen. Die Reifung der Kapseln schreitet vom Boden bis zum Vegetationskegel fort.

Die kritischen Tage nach der Befruchtung sind die ersten 24 Tage des Wachstums der Kapseln. Die Rate des Kapselabwurfs ist wie die des Knospen- und Blütenabwurfs von den Witterungs- und Kulturverhältnissen abhängig.

Wie aus Abbildung 16 zu entnehmen ist, beginnt die allmähliche Kapselbildung bei allen Varianten schon vor dem 4. Zeitschnitt. Die gegen Ende Juli

Abb. 16 Entwicklung der Zahl von geschlossenen Kapseln pro Pflanze im Laufe der Vegetation 1971



angebrochene Kapselbildung erreicht ihren Höhepunkt nach 4 Wochen. Während die Oberflurbewässerungs-Varianten, ausgenommen die Beregnung, keine extremen Unterschiede im Laufe der Kapselbildung aufweisen, verhalten sich die Unterflurbewässerungs-Varianten entsprechend dem beschriebenen Verlauf des vegetativen und generativen Wachstums wesentlich abweichend. Ein stetiger starker Anstieg der Kapselzahl beginnt bei der 80 cm-Unterflurbewässerungs-Variante beim 4. Zeitschnitt. Die Kapselzahl erreicht beim 5. Zeitschnitt 25 und beim 6. Zeitschnitt die höchste Kapselzahl mit 38 Kapseln pro Pflanze. Der 80 cm-Verlegetiefe folgt die 100 cm-Variante. Mit geringer Überlegenheit verläuft die 100 cm-Variante bis zum 5. Zeitschnitt parallel zur 80 cm-Verlegetiefe. Vom 5. bis zum 6. Zeitschnitt ist allerdings nur noch eine unwesentliche Zunahme der Kapselzahl zu verzeichnen.

Die tief verlegten Unterflurbewässerungs-Varianten verhalten sich bei der Kapselbildung im Vergleich zu den flachen Verlegetiefen ab dem 5. Zeitschnitt anders. Während die Kurve der 120 cm-Verlegetiefe fast den gleichen Verlauf hat wie die der 100 cm-Variante, erreicht die 140 cm-Variante beim 4. Zeitschnitt schon die doppelte Kapselzahl und weist beim 5. und 6. Zeitschnitt den niedrigsten Stand der Kapselzahl auf. Eine wieder zunehmende Tendenz zeigt die 140 cm-Variante vom 6. bis zum 7. Zeitschnitt. Wie später bei der Ernte festzustellen ist, fallen jedoch die zwischen dem 6. und 7. Schnittermin gebildeten Kapseln bei den 1. und 2. Ernteterminen nicht ins Gewicht. Die zu spät gebildeten Kapseln fallen entweder der ungünstigen Witterung zum Opfer und bleiben dadurch halbreif geschlossen oder werden unter Umständen reif, sind aber der quantitativen und qualitativen Ernteminderung unterworfen.

Wie aus den dargestellten Kurven der gebildeten Kapseln zu entnehmen ist, zeigt die hohe Blütenzahl der tief verlegten Unterflurbewässerungs-Varianten keinen positiven Einfluß auf die Kapselbildung und damit den Ertrag der Baumwollpflanze. Es kann angenommen werden, daß die bei den 120- und 140 cm-Verlegetiefen insbesondere zwischen dem 4. und 5. Zeitschnitt festgestellten hohen Blütenzahlen wegen der übermäßigen Verdunstung bzw. ungünstigen Wasserversorgung der Pflanzen (da die offene Blüte mehr Wasser

verdunstet als die anderen generativen Organe) nicht zur Kapselbildung gekommen sind. In diesem Zusammenhang ist ein erhöhter Blüten- bzw. Kapselabwurf unter genannten Bedingungen zu erwarten.

Die Reduzierung der geschlossenen Kapseln beim 6. Zeitschnitt tritt bei den 80- und 100 cm-Varianten stark und bei der 120 cm-Verlegetiefe in sehr geringem Maße ein. Auffällig ist ferner die gleichmäßige Zu- und Abnahme der gebildeten Kapseln bei der 80 cm-Verlegetiefe im Vergleich zu den anderen Unterflurbewässerungs-Varianten.

Es ist wohl wahrzunehmen, daß alle Oberflurbewässerungs-Varianten einschließlich Standard bis zum 4. Zeitschnitt zu einer stärkeren Kapselbildung befähigt sind als die 80-, 100- und 120 cm-Unterflurbewässerungs-Varianten. Die Bildung der Kapseln bzw. der Ernteerfolg, ist, abgesehen von dem Knospen-, Blüten- und Kapselabwurf, von der während der Blütezeit verabreichten Wassermenge, Bewässerungszeit und -häufigkeit und nicht zuletzt von dem Witterungsverlauf abhängig. Diese Tatsache wird durch zahlreiche Ergebnisse einschlägiger Bewässerungsversuche bestätigt (4, 11, 20, 29, 44, 46, 56, 64, 65, 78, 100, 158, 162, 164, 165).

Ab dem 4. Zeitschnitt entspricht der Verlauf der Kapselbildung im allgemeinen bei allen Oberflurbewässerungs-Varianten der zweiten Hälfte der Zeit-Wachstumskurve, d.h. die Tendenz ist vom 4. bis zum 5. Zeitschnitt relativ steil steigend und vom 5. bis zum 6. Zeitschnitt mäßig oder geringfügig zunehmend. Die optimale Kapselbildung wurde bei den 50- und 90mm-Border- und Furchenbewässerungen und bei der Beregnung beim 6. Zeitschnitt erreicht, während die 70 mm-Border- und Furchenbewässerungs-Varianten bis zum 7. Zeitschnitt eine allmähliche Zunahme der Kapselzahl aufwiesen, welche für den ersten und zweiten Pflücktermin von geringer Bedeutung ist. Der Vergleich innerhalb der 50 mm Wassergabe zwischen der Border- und Furchenbewässerung zeigt, daß die 50 mm -Furchen- der Borderbewässerung in dieser wichtigen generativen Phase weitgehend überlegen war. Die 70- und 90 mm-Wassergaben der Border- und Furchenbewässerung haben keine wesentlichen Abweichungen in Bezug auf die Gesamtkapselbildung je Pflanze. Daß die ab dem 7. Zeitschnitt dargestellte Reduzierung stärker als die bei gleichen Wassergaben der Furchenbewässerungen war,

soll hier nicht außer Betracht gelassen werden.

Bei der Berechnungsvariante setzt eine verstärkte Kapselbildung erst zwischen dem 5. und 6. Zeitschnitt ein. Dieser verzögerte Anstieg der Kapselzahl ist in Verbindung mit der Knospen- und Blütenbildung zu sehen (Abbildungen 13 und 14), die aus den unter Punkt 5 genannten Gründen bei der Berechnung im Vergleich mit anderen Bewässerungsverfahren ungünstig verläuft. Erst nach der letzten Regengabe (18. 8.) ist die Baumwolle zu einer starken Bildung von Kapseln in der Lage, zu einem Zeitpunkt also, der für eine rechtzeitige Ausreifung der Kapseln zu spät liegt.

Der Verlauf der Kapselzahl bei der unbewässerten Standardvariante läßt einmal erkennen, wie gewaltig sich die Bewässerung allgemein auf die Kapselzahl je Pflanze auswirkt. Zum anderen fällt auf, daß die schwach entwickelten Pflanzen dieser Variante bereits sehr früh eine verhältnismäßig hohe Zahl von Kapseln angesetzt haben (ca. 14). Nach dem 4. Zeitschnitt nimmt die Kapselzahl dann zunächst langsam und kurz vor der Reife stark ab, so daß nur 3 bis 4 Kapseln je Pflanze zur Ernte übrig bleiben.

Zusammenfassend kann hier festgestellt werden, daß in keinem Fall die gebildete Kapselzahl bis zur Ernte erhalten bleibt, sondern mehr generative Anlagen produziert werden als tatsächlich ausgebildet werden können. Eine hohe Anzahl von Kapseln je Pflanze setzt jedoch stark und früh vegetativ entwickelte Pflanzen voraus. Dies wird eindeutig durch die flach verlegte Unterflurbewässerung belegt, die sowohl eine frühe, kräftige vegetative Entwicklung bewirkte als auch den Kapselansatz positiv beeinflusste. Denn erstens wurde bei der Unterflurbewässerung mit 80 cm-Verlegetiefe die absolut höchste Kapselzahl erreicht und zweitens zu einem früheren Zeitpunkt als bei allen anderen vergleichbaren Bewässerungsvarianten. Man kann deshalb annehmen, daß dieser Variante die besten Voraussetzungen für die volle Ausbildung einer hohen Kapselzahl bis zur Reife gegeben sind, während bei anderen Varianten mit späterem Kapselansatz trotz höherer Kapselzahl am Ende der Vegetation ein geringerer Prozentsatz voll ausgebildet zur Ernte gelangt.

4.1.7 Wurzelwachstum

Nach A. Tüzüner (176) werden die Pflanzenwurzeln für folgende Zwecke untersucht:

1. Für die Bewässerung, um entsprechend der Wurzeltiefe die zu verabreichende Wassergabe zu bestimmen.
2. Für die Düngung; bei Düngerversuchen ist es zweckmäßig, die Eindringungstiefe und die Ausbreitungsbereiche der Pflanzenwurzeln zu ermitteln.
3. Für die Untersuchung des biologischen Aufbaus der Wurzeln.
4. Um die jährliche Anreicherung der organischen Substanz durch Pflanzenwurzeln feststellen zu können.
5. Für Schädlingsbekämpfung.
6. Den Einfluß der Wurzeln auf die physikalische Beschaffenheit des Bodens.
7. Schutz gegen Bodenerosion.
8. Für Handels- und Wirtschaftszwecke. Die Wurzeln einiger Kulturpflanzen werden in der pharmazeutischen und chemischen Industrie verarbeitet.

Trotz umfangreicher Literatur über den Einfluß vergleichender Bewässerung liegen keine befriedigenden Ergebnisse über die Wirkung verschiedener Wassergaben auf das Wurzelwachstum der Baumwollpflanzen vor. Die Wurzeluntersuchungen, die während des zweiten Versuchsjahres durchgeführt wurden, hatten zum Ziel, Aufschluß über Eindringung und Ausbreitung der Pfahl- und Seitenwurzeln der Baumwollpflanzen unter verschiedenen Bewässerungsverfahren und Wassergaben zu geben. Darüber hinaus sollte das Verhältnis zwischen unterirdischem und oberirdischem Wachstum unter den angeführten Bedingungen herausgestellt werden.

Die visuellen Feststellungen über das Wurzelwachstum zeigten das Voraus-eilen des Wurzelwachstums im Jugendstadium. Im allgemeinen erreichte die Bewurzelung bei allen Varianten, abgesehen von geringeren Abweichungen, beim 2. Zeitschnitt 40 bis 50 cm Tiefe; ein Vergleich des unterirdischen und oberirdischen Wachstums der Baumwollpflanzen läßt also zu

diesem Zeitpunkt bereits einen Ausgleich des entgegengerichteten Wachstums erkennen. Wie aus den angestellten Beobachtungen und Messungen während der Wurzeluntersuchungen hervorzuheben ist, stellt man eine starke Bildung von Seitenwurzeln zwischen dem 3. und 5. Zeitschnitt fest. Dieser Sachverhalt ist auf den nach jeder Wassergabe allmählich abnehmenden Feuchtigkeitsgehalt des Oberbodens zurückzuführen. Während dieser Zeit wird das Wachstum der Pfahlwurzeln gegenüber den Seitenwurzeln verlangsamt, da die tieferen Stellen des Bodens von oben nach unten zunehmende Feuchtigkeit aufweisen. Je nach den Feuchtigkeits- und Nährstoffverhältnissen sowie der Beschaffenheit des Bodens erreichten die Pfahl- und Seitenwurzeln bis zum 5. Zeitschnitt die optimale Nährstoffversorgungstiefe und verringerten deshalb von diesem Zeitpunkt an ihre Ausbreitung.

Ein Vergleich der gemachten Wurzelbeobachtungen und -messungen weist in Übereinstimmung mit Angaben aus der Literatur bei allen Bewässerungsvarianten, besonders deutlich bei den Unterflurbewässerungs-Varianten, eine Orientierung der gesamten Wurzeln nach feuchteren Stellen auf und somit eine Wurzelkonzentration im unmittelbaren Umkreis der feuchten Bodenschichten. Damit findet die Meinung von Liebig, "daß die Pflanzenwurzel den Boden nach Nahrung absucht, als ob sie Augen hätte" eine Bestätigung durch die ermittelten Ergebnisse der Wurzeluntersuchungen, vornehmlich bei den Unterflurbewässerungs-Varianten (zit. 24).

Im Zusammenhang mit dem Wurzelwachstum wird von Baumann (24) hervorgehoben, daß das Wurzelwachstum hinsichtlich der biologischen Merkmale der Pflanzen unterschiedlich sein kann. Wie in der Literatur berichtet wird (24, 27, 176), gibt es Pflanzen, deren Wurzelwachstum bei übermäßiger Feuchtigkeit absterben oder sich in Richtung auf Stellen mit hohem Wassergehalt orientieren, während andere Pflanzen sich neutral verhalten.

Bei allen Unterflurbewässerungs-Varianten erreichten die Pfahlwurzeln gegen Ende der Vegetation die Verlegetiefe der Rohre, während Seitenwurzeln nur bei den 80 und 100 cm-Varianten im Strangbereich festgestellt wurden. Ferner wurde das Einstellen des Wurzelwachstums in der unmittelbaren

Nähe der Rohre, also an den feuchtesten Stellen, beobachtet. Diese Feststellung zeigt, daß das weitere Wachstum der Pfahl- und Seitenwurzeln, insbesondere bei den flach verlegten Strängen, begrenzt ist, sofern der Boden im Bereich des Stranges feucht gehalten wird. Dieser Sachverhalt wurde durch zahlreiche Dia-Aufnahmen festgehalten. Abbildung 17 zeigt als Beispiel die bis zum flach verlegten Strang der 80 cm-Unterflurbewässerungs-Variante vorgedrungenen Pfahl- und Seitenwurzeln.



Abb. 17 : Bis zum flach verlegten Strang der 80 cm-Unterflurbewässerungs-Variante vorgedrungene Pfahl- und Seitenwurzeln. (Aufnahme: N. Özçürümez)

Die Mittelwerte der Wurzellänge der Pfahlwurzeln im Laufe der Vegetation, welche während der Zeitschnittentnahme ermittelt wurden, sind in der Abbildung 18 graphisch dargestellt. Zu den dargestellten Durchschnittswerten des Wurzelwachstums und den während der Wurzeluntersuchungen gemachten Beobachtungen kann zusammenfassend festgestellt werden:

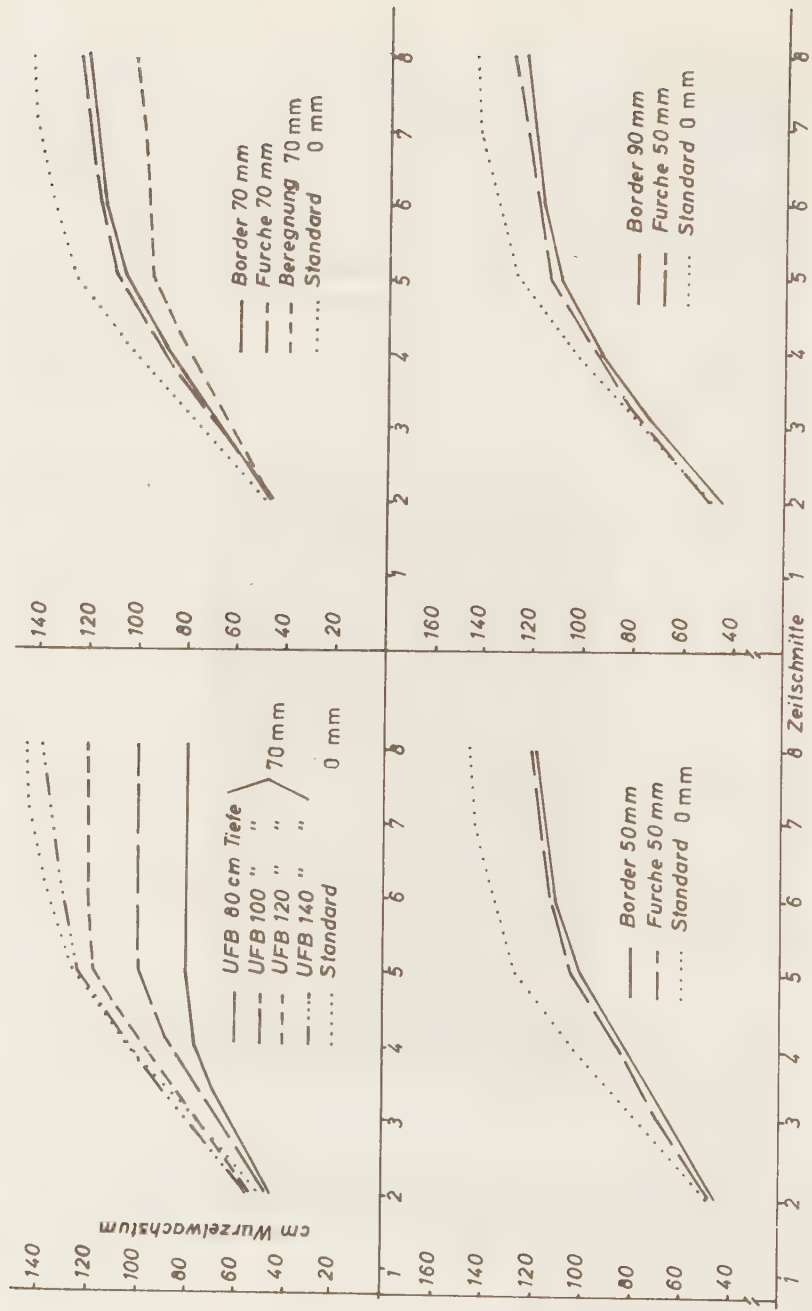
1. Außer bei der 140 cm-Verlegetiefe erreichen die Pfahlwurzeln der übrigen Unterflurbewässerungs-Varianten die durch die im Unterboden verlegten Folien eingeschränkte Durchwurzelungstiefe beim 5. Zeitschnitt. Die Pfahlwurzeln der 140 cm-Variante wachsen bis zum 8. Zeitschnitt langsam weiter, angeregt durch die Feuchtigkeitszone in der durch die Folie gebildeten Bodenwanne. Der Anreiz zum Weiterwachsen der Pfahlwurzeln in Richtung der Bodenwanne wird durch den nach unten zunehmenden Feuchtigkeitsgrad des Bodens bewirkt. Jedoch hängt die Wachstumsrate der Pfahlwurzeln von der bei jeder Variante ungleichmäßig verteilten Feuchte des Bodens ab. Der Unterboden erreicht nach jeder Wassergabe bei allen Unterflurbewässerungs-Varianten seine maximale Wasserkapazität, während die Feuchtigkeit des Oberbodens von oben nach unten von permanentem Welkepunkt bis zur maximalen Wasserkapazität variiert.

2. Die vor der Bewässerung, nämlich beim 2. Zeitschnitt, festgestellten geringfügigen Abweichungen der Pfahlwurzellänge der Unterflurbewässerungs-Varianten sind auf die durch verschiedene Verlegetiefen (von 80 bis 140 cm) bewirkte unterschiedliche Wasserversorgung des Oberbodens durch die gespeicherten Winderniederschläge zurückzuführen. Der Oberboden der tief verlegten Unterflurbewässerungs-Varianten blieb bis zur 2. Wassergabe trocken.

3. Bei der Oberflächenbewässerung sind die Unterschiede im Pfahlwurzelwachstum zwischen der Border- und Furchenbewässerung nicht so ausgeprägt. Unterschiede im Verlauf des Pfahlwurzelwachstums sind bei den Wassergaben von 50, 70 und 90 mm nicht beachtlich.

4. Vergleicht man das Pfahlwurzelwachstum der Beregnung mit dem anderer Bewässerungsvarianten, stellt man ein stetiges, aber verhältnismäßig langsames und kürzeres Pfahlwurzelwachstum als bei den anderen

Abb. 18 Wachstum der Pfahlwurzeln im Laufe der Vegetation 1971



Oberflächenbewässerungsarten fest, ein Zeichen, daß bei gleicher Wassergabe die Durchfeuchtungstiefe des Bodens, bedingt durch Verdunstungsverlust bei der Beregnung, geringer ist als bei Border- und Furchenbewässerung.

5. Wie aus der Praxis schon bekannt ist, kann aus den extrem höheren Werten des Pfahlwurzelwachstums bei der Standardvariante gefolgert werden, daß sowohl die Pfahl- als auch die Seitenwurzeln im Laufe der Vegetation auf Kosten des oberirdischen Wachstums und der Entwicklung ihr Wachstum intensiv fortsetzen müssen, um für das kümmerliche Wachstum und die Entwicklung der oberirdischen Organe die Nährstoffversorgung zu gewährleisten. Auffallend unterschiedlich ist bei der unbewässerten Variante noch das Wachstum der Seitenwurzeln, das im Oberboden nicht eingestellt, sondern wie bei den Pfahlwurzeln in die tieferen Stellen fortgesetzt wird.

6. Interessant ist auch die Feststellung bei den Wurzeluntersuchungen, daß in diesem alluvialen Boden in sandigen Schichten das Wachstum sowohl der Seitenwurzeln als auch der Pfahlwurzeln sehr stark ist, während man häufig Zick-zack-Wege der Wurzeln und ein Abnehmen des Wurzeldurchmessers beobachtet, wenn sie eine Verdichtung durchdringen müssen. Dieses Verhalten der Wurzeln findet in der Literatur durch Angaben zahlreicher Autoren eine Bestätigung. Während der Wurzeluntersuchungen konnte außerdem festgestellt werden, daß die Bodenverdichtungen das Wachstum der jungen Wurzeln durchaus hemmen, während die ausgewachsenen Wurzeln diese Schichten auf Zick-zack-Wegen durchdringen, wobei sie gleichzeitig im Durchmesser abnehmen.

4.2 WACHSTUM UND TROCKENMASSE

Das Wachstum der Pflanzen wird nach v. Boguslawski (33) als "jede zur Substanzzunahme führende Zellvermehrung oder -vergrößerung" bezeichnet. Die Trockenmassebildung bzw. der Flächenertrag ist das Ergebnis der im Laufe der Vegetation nebeneinanderlaufenden und ineinandergreifenden Wachstums- und Entwicklungsprozesse.

Im allgemeinen hängt das Wachstum und damit die Ertragsbildung der Baumwollpflanzen von der Sorte, von Klima und Boden und von den Kulturverhältnissen ab. Durch Veränderung dieser Faktoren kann die Zeit des Wachstums (Vegetationsdauer) verlängert oder verkürzt werden. Zu einer längeren Vegetationsdauer kommt es gewöhnlich dann, wenn z. B. mit zu hohen Wassergaben bewässert oder zu stark gedüngt wird (11, 20, 32, 53, 64). Das Gegenteil, nämlich eine Verkürzung der Vegetationszeit, tritt ein bei ungünstigen Temperaturverhältnissen, unzureichender Wasserversorgung (vgl. Standardvariante), verspäteter Aussaat usw.

An Hand der unter 4.1.1 - 7 ermittelten Ergebnisse wurden die durch die verschiedenen Bewässerungsverfahren und unterschiedlichen Wassergaben bewirkten zeitlichen Differenzen in der Entwicklung der Baumwollpflanzen geschildert. Die Substanzzunahme in den einzelnen Zeitabschnitten soll hier an Hand der durch Zeitschnitte erzielten Ergebnisse besprochen werden. Die unter den aufgeführten Klimaverhältnissen und Kulturmaßnahmen erzielten Durchschnittsergebnisse des Wachstums werden mittels Wachstumsgeschwindigkeit (WG) oder Wachstumsrate und die der Trockenmassebildung (TM) mit Hilfe des Leistungs-Zeit-Faktors (L. Z. F.) nach v. Boguslawski dargestellt.

Wie aus Tabelle 15 zu ersehen ist, stellt man bei allen Versuchsvarianten infolge der unterschiedlichen Aussaattermine im Jahre 1969 bis zur Knospenbildung eine höhere WG fest als im zweiten Versuchsjahr 1971. Im allgemeinen sind, ausgenommen die Standardvariante, zwischen allen Bewässerungsvarianten innerhalb eines Versuchsjahres nur geringe Unterschiede der Wachstumsrate bis zur Knospenbildung zu verzeichnen. Auffallend ist die

Tabelle 13: ϕ - Wachstumsgeschwindigkeit (WG) während der wichtigsten phänologischen Phasen der Baumwolle in den Versuchsjahren 1969 und 1971 in cm/Tag/Pflanze

Behandlung	Vari- ante	Vom Aufgang bis zur Knospenbildg. bis Blütenbildung bis Kapselbildung			
		1969	1971	1969	1971
A) UFB:					
A ₁ : 80 cm Tiefe	U ₁	1,0	0,7	1,9	0,2
A ₂ : 100 cm Tiefe	U ₂	0,9	0,6	1,8	0,2
A ₃ : 120 cm Tiefe	U ₃	0,8	0,6	1,7	0,2
A ₄ : 140 cm Tiefe	U ₄	0,8	0,6	1,6	0,2
B) OFB:					
Border 50 mm	Bo ₅	0,8	0,6	1,7	0,2
Border 70 mm	Bo ₆	0,9	0,6	1,5	--
Border 90 mm	Bo ₇	1,0	0,6	1,9	0,2
Furche 50 mm	F ₈	0,8	0,6	1,4	0,2
Furche 70 mm	F ₉	0,8	0,6	1,6	--
Furche 90 mm	F ₁₀	0,9	0,7	1,7	--
C) Beregnung	Be ₁₁	0,9	0,7	1,7	--
D) Standard	St ₁₂	--	0,6	--	--

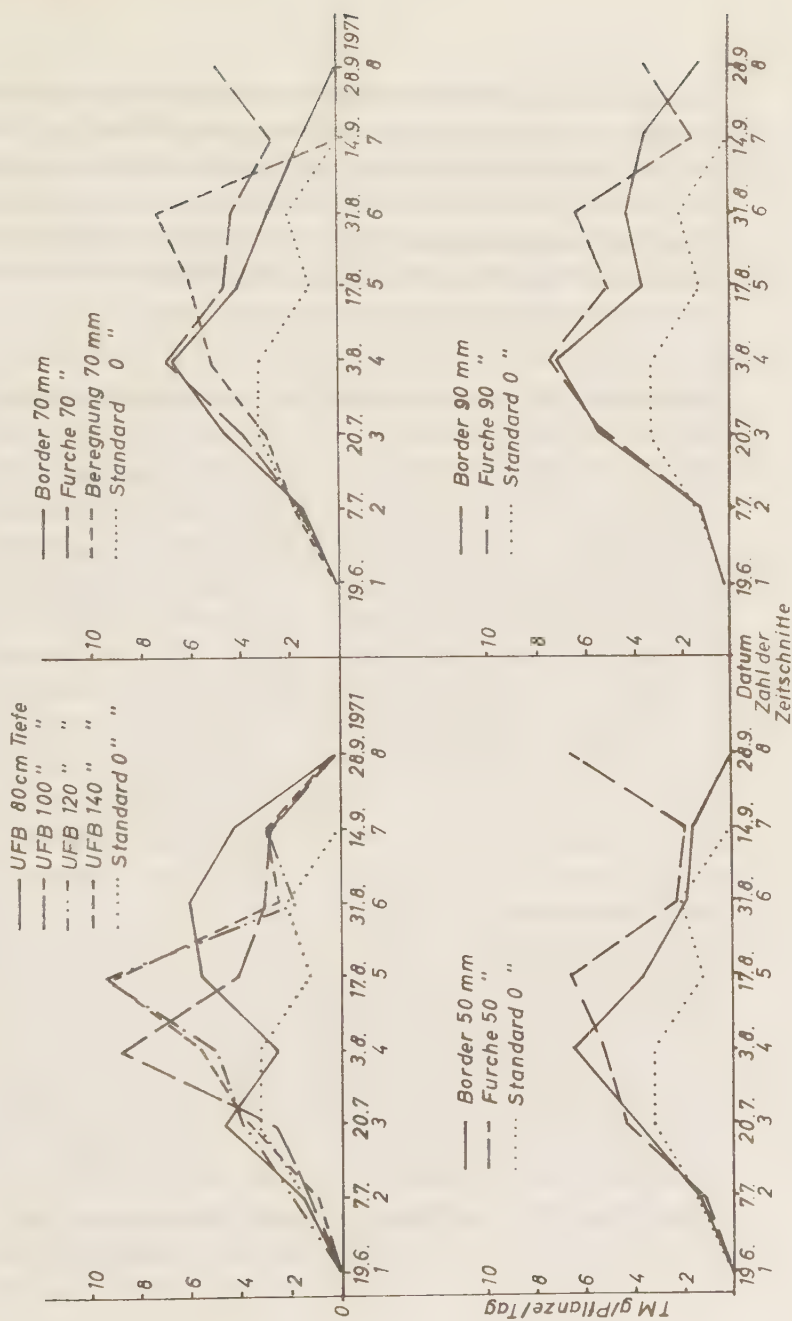
im Vergleich zur Wachstumsrate bis zur Knospenbildung fast verdoppelte WG der Pflanzen in der Blütenphase. Dieser Sachverhalt zeigt, daß die Baumwolle ihr stärkstes vegetatives Wachstum hat, während die generativen Organe bereits gebildet sind. Günstige Witterungs- und Kulturverhältnisse sind während dieser Zeit besonders wichtig. Wie aus den klimatischen Daten des Versuchsstandortes zu entnehmen ist, entsprechend erstens die Witterungsbedingungen den Ansprüchen der Baumwolle in dieser Wachstumsphase und zweitens findet der Schwerpunkt der Bewässerung in der 30 Tage dauernden Blütenphase statt. Der dritte Faktor, der bei allen Versuchsvarianten einheitlich zur Beschleunigung der WG beiträgt, ist die kurz vor dem Bewässerungseinsatz verabreichte Kopfdüngung.

Die meist höheren Wachstumsgeschwindigkeiten im ersten Versuchsjahr können auf den späteren Aussaattermin und den damit verbundenen Nachholbedarf der Pflanzen in der Ausbildung der oberirdischen Organe zurückgeführt werden. Dies macht sich besonders deutlich in der Entwicklung der Pflanzen bis zur Blütenbildung.

Ein Vergleich der WG innerhalb der Unterflurbewässerungs-Varianten zeigt die deutliche Überlegenheit der flach verlegten Stränge, insbesondere der 80-cm-Variante in beiden Versuchsjahren. Abgesehen von den jahresbedingten Abweichungen der WG, weisen die Unterflurbewässerungs-Varianten von 80 bis zu 140 cm Verlegetiefe eine abnehmende Tendenz in der Wachstumsrate auf. Diese Feststellung bekräftigt die bereits früher gemachte Aussage, daß die Wasserversorgung der Pflanzen auf den Parzellen mit flach verlegten Strängen vergleichsweise besser war als über den tiefer verlegten.

Wie aus Tabelle 15 zu entnehmen ist, weisen die Durchschnittswerte eine eindeutige Zunahme der WG mit steigenden Wassergaben sowohl bei Border- als auch bei der Furchenbewässerung auf. Die bis zur Knospenbildung im zweiten Versuchsjahr 1971 bei allen Oberflurbewässerungs-Varianten gleiche Wachstumsrate der Baumwollpflanzen, die vor dem Bewässerungseinsatz ermittelt wurde, zeigt, daß zur Beurteilung der Wirkung unterschiedlicher Bewässerungswassermengen gleiche Voraussetzungen vorhanden waren. Die Wirkung der unterschiedlichen Wassergaben der Oberflurbewässerungs-

Abb. 19 Leistungs - Zeit - Faktor aller Varianten im Laufe der Vegetation 1971 (TMg/Pflanze/Tag)



Varianten zeichnet sich mit Nachdruck während der Blüten- und Knospenbildungsphasen ab, welche für den Bewässerungsmehrertrag von großer Bedeutung sind. Wie bereits erwähnt wurde, hängt das Wachstum und die Trockenmasse- sowie die Ertragsbildung der Baumwolle von der kontinuierlichen Feuchtigkeitsversorgung während dieser kritischen Phase (Blütchenbildung) ab, da die nach der Blüten-Spirale nach und nach erscheinenden Blüten mehr Wasser verdunsten als die anderen Organe.

Die Standardvariante liegt vor Beginn der Bewässerung noch auf dem gleichen Niveau wie die Bewässerungsvarianten, nach Beginn der Bewässerung fällt sie jedoch, da sie keine künstlichen Wassergaben erhielt, stark ab.

Wie die WG weisen auch die L. Z. -Faktoren der Bewässerungsvarianten ausnahmslos am Anfang (bis zum 3. Zeitschnitt) niedrige, gleichmäßig steigende Werte auf. Nach diesem Zeitpunkt, nämlich nach der ersten zu gleicher Zeit eingesetzten Bewässerung, sind größere Unterschiede zwischen einzelnen Varianten aus der Abbildung 19 festzustellen. Ein starker Anstieg des Leistungszeitfaktors erfolgt bei den einzelnen Varianten zu verschiedenen Zeitpunkten. Diese Differenz ist auf die unterschiedliche Wasserversorgung der Varianten zurückzuführen. Während die Standardvariante nur etwa 3 g TM je Pflanze pro Tag erreicht, werden durch die Oberflurbewässerungs-Varianten Werte von ca. 7 g TM und von den tief verlegten Unterflurbewässerungs-Varianten 8 - 10 g TM als Maximum erlangt. Eine Verringerung des Leistungszeitfaktors setzt vorwiegend zwischen dem 4. und dem 6. Zeitschnitt ein.

Der L. Z. F. bei der 80-cm-Variante erreicht im Vergleich zu den tieferen Strängen nur einen Wert von 6 g TM als Maximum. Jedoch übertrifft diese Variante die tieferen Stränge besonders zu Beginn und gegen Ende der Vegetation infolge der verstärkten Kapselausbildung im L. Z. F., d.h. diese Variante hat, über die gesamte Vegetationsdauer gesehen, ein gleichmäßigeres Wachstum zu verzeichnen. Der 80-cm-Variante folgt die 100-cm-Verlegetiefe hinsichtlich der Ausgeglichenheit des Wachstums, während die tieferen Stränge (120- und 140-cm-Varianten) zwischen dem 4. und 5. Zeitschnitt einen sprunghaften Anstieg des Leistungszeitfaktors aufweisen. Diese

steile Zunahme des Leistungszeitfaktors kann auf die starke Bildung der Blatt-, Knospen- und Blütenzahl zwischen dem 4. und 5. Zeitschnitt zurückgeführt werden (siehe Abbildungen 12, 13, 15, Zunahme der Blatt-, Knospen- und Blütenzahl). Außerdem ist dieser Sachverhalt bei den Varianten mit steigenden Verlegetiefen der Unterflurbewässerung auf die durch die Ende Juli verabreichte 2. Wassergabe bewirkte günstige Wasserversorgung zurückzuführen. Gegen Ende der Vegetation ab dem 7. Zeitschnitt findet eine gleichmäßige Verringerung des Leistungszeitfaktors statt.

Mit steigender Wassergabe nimmt im allgemeinen der Leistungszeitfaktor der Oberflurbewässerungs-Varianten zu. Ausnahmslos weisen alle Oberflurbewässerungs-Varianten ab dem 2. Zeitschnitt eine stetig zunehmende Tendenz im Leistungszeitfaktor auf. Die 50 mm-Furchenbewässerung und die Beregnung erreichen das Maximum beim 5. bzw. 6. Zeitschnitt, während die übrigen Oberflurbewässerungs-Varianten die Spitzenleistung bereits beim 4. Zeitschnitt zeigen. Zwischen der Border- und Furchenbewässerung bestehen bei den unterschiedlichen Wassergaben deutliche Unterschiede im Leistungszeitfaktor, die für den Vorzug der Furchenbewässerung sprechen. Diese bemerkenswerte Tatsache bestätigt die in der Praxis vertretene Meinung, daß die Furchenbewässerung in pflanzenbaulicher Hinsicht bei der Baumwollbewässerung am zweckmäßigsten ist.

Wie bei den Ergebnissen der phänologischen Daten und Beobachtungen bemerkt wurde, tritt auch im Verlauf des Leistungszeitfaktors der Beregnungsvariante eine Abweichung im Vergleich zu den anderen Bewässerungsverfahren auf. Bemerkenswert ist der vom 1. bis zum 6. Zeitschnitt kontinuierlich zunehmende Verlauf des Leistungszeitfaktors der Beregnungsvariante und die rasche Abnahme im Leistungszeitfaktor nach diesem Zeitpunkt. Dieser ungewöhnliche Wachstumsverlauf scheint nicht ernteertragsfördernd zu sein, da die zu spät gebildeten generativen Organe der Baumwollpflanzen erfahrungsgemäß den ertragsmindernden Witterungs- und Schädlingseinflüssen zum Opfer fallen.

Bei dem geringen Leistungszeitfaktor der Standardvariante ist eine eindeutige Wassermangelfunktion erkennbar.

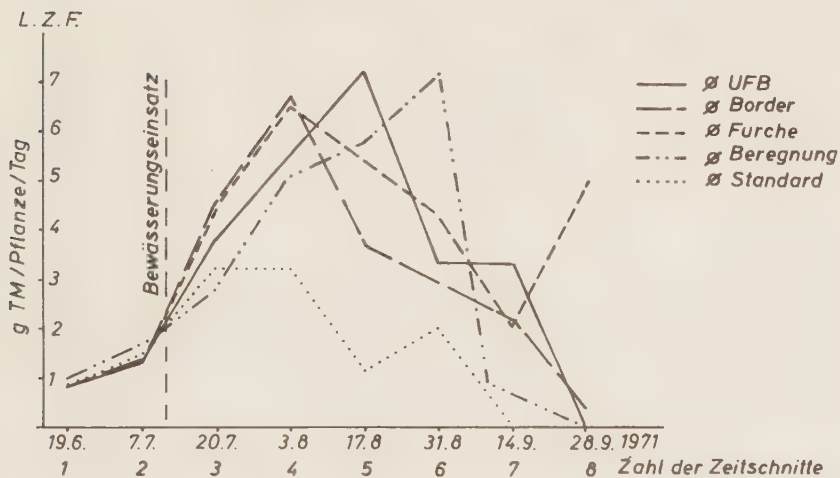
Mit Hilfe der in Abbildung 20 graphisch dargestellten Durchschnittswerte können die einzelnen Bewässerungsverfahren untereinander verglichen werden. Nach dem Einsatz der Bewässerung nehmen die Kurven der einzelnen Bewässerungsmethoden einen unterschiedlichen Verlauf im Leistungszeitfaktor. Die erhebliche Leistungszunahme kurz nach der ersten Wassergabe bis zum 4. Zeitschnitt bei den Border- und Furchenbewässerungsverfahren hängt mit der früheren Wirksamkeit der Wasserversorgung zusammen. Das bedeutet eine Vorverlegung bzw. Beschleunigung des vegetativen Wachstums, die für die Erntequalität und -quantität sowie für die Erntetermine positiv wirkt, wenn danach für das generative Wachstum durch sachgemäße Behandlung und Maßnahmen günstige Bedingungen geschaffen werden. Obwohl die Leistungszeitfaktoren der genannten Bewässerungsverfahren gleichzeitig das Maximum beim 4. Zeitschnitt erreichen, differenzieren sich die beiden in der generativen Phase bis zum 7. Zeitschnitt. Der in der generativen Phase zeitlich unterschiedliche Verlauf der Substanzzunahme läßt einen Einfluß auf die Ertragsbildung erwarten.

Als Grund für die sehr späte Spitzenleistung im Leistungszeitfaktor des Beregnungsverfahrens kann angenommen werden, daß die Pflanzen infolge der künstlichen Regentropfen und künstlich erzeugten ungünstigen Mikroklimas teilweise nach Abwurf der generativen Organe vegetativ zugenommen haben. Der im Vergleich zu den Oberflurbewässerungs-Varianten verzögerte Anstieg des Leistungszeitfaktors der Unterflurbewässerungs-Varianten und das damit zeitlich um zwei Wochen verschobene Erreichen des Maximums ist aus der verzögerten Wirkung der Unterflurbewässerung, insbesondere bei den tief verlegten Strängen, zu erklären. Der Unterschied zum Erreichen des Maximums aller Bewässerungsverfahren kann durch die Auswirkung von ungleichen Wasserversorgungen geklärt werden.

Die Abhängigkeit der Substanzbildung von der Wasserversorgung bei der Baumwolle im Laufe der Vegetation kann aus der geringen Zunahme der Standardvariante erkannt werden.

Nachdem das Wachstum und die Substanzbildung der Baumwolle in phänologischen Phasen bzw. in zweiwöchigen Abständen an Hand der WG und des

Abb. 20 Leistungszeitfaktor der Versuchsvarianten
im Laufe der Vegetation 1971
g TM/Pfl./Tag



Leistungszeitfaktors geschildert wurde, wird im folgenden die kontinuierliche Substanzproduktion der gesamten Pflanze besprochen. Die Gesamt-Trocken-Masse-Bildung (GTM-Bildung) je Pflanze ist für die Versuchsjahre 1969 und 1971 in den Abbildungen 21 und 22 graphisch dargestellt. Wie aus den beiden Abbildungen hervorgeht, stellt die GTM-Bildung bei allen Versuchsvarianten in beiden Jahren die bekannte S-Kurve dar. In den beiden Versuchsjahren nimmt die GTM in der Jugendentwicklung langsam zu. Diese allmähliche Gesamtsubstanzzunahme erstreckt sich vom Anfang bis Mitte Juli. Die Divergenz der Kurven der GTM-Bildung in beiden Jahren nach der ersten Wassergabe (Mitte Juli) läßt die primäre Wirkung sowohl der Bewässerungsverfahren als auch unterschiedlich dosierter Wassergaben erkennen.

Während der Verlauf der Kurven im ersten Versuchsjahr 1969 einen Anstieg der GTM bis zum letzten Zeitschnitt (Ende September) erkennen läßt, zeigt die Abbildung 22 im zweiten Versuchsjahr 1971, daß bei allen Versuchsvarianten, mit Ausnahme der Furchenbewässerung, die GTM ab Mitte September abnimmt. Dieser unterschiedliche Verlauf der GTM-Bildung in beiden Versuchsjahren kann aus der Tatsache erklärt werden, daß die Wahl der Schnittzeitpunkte in beiden Jahren nach unterschiedlichen Gesichtspunkten getroffen wurde. Wegen des großen Schnittzeitabstandes zwischen den beiden letzten Zeitschnitten im ersten Versuchsjahr 1969 besteht die Möglichkeit, daß das Maximum der GTM nicht erfaßt wurde. Deshalb soll hier besonders die bei den einzelnen Varianten gebildete GTM am Ende der Vegetation (Ende September) zum Vergleich herangezogen werden. Die höchsten Werte der GTM in g je Pflanze lagen im zweiten Versuchsjahr 1971 etwas höher (über 400 g/Pflanze) als im ersten Jahr 1969. Vom unbewässerten Standard wurde dagegen nur etwa ein Drittel der höchsten GTM erreicht.

Beim Vergleich der Unterflurbewässerungs-Varianten erkennt man in beiden Jahren, vor allem aber 1969, eine deutliche Überlegenheit der 80-cm-Verlegetiefe. Unter den Oberflurbewässerungs-Verfahren mit variierenden Wassergaben ist eine klare Mehrleistung der Furchenverfahren in der GTM-Bildung gegenüber der Border- und Beregnungsmethode mit einer Ausnahme (70 mm Borderbewässerung 1969) festzustellen. Diese Überlegenheit zeichnet

Abb. 21 Gesamttrockenmassebildung in g/Pflanze im Laufe der Vegetation 1969

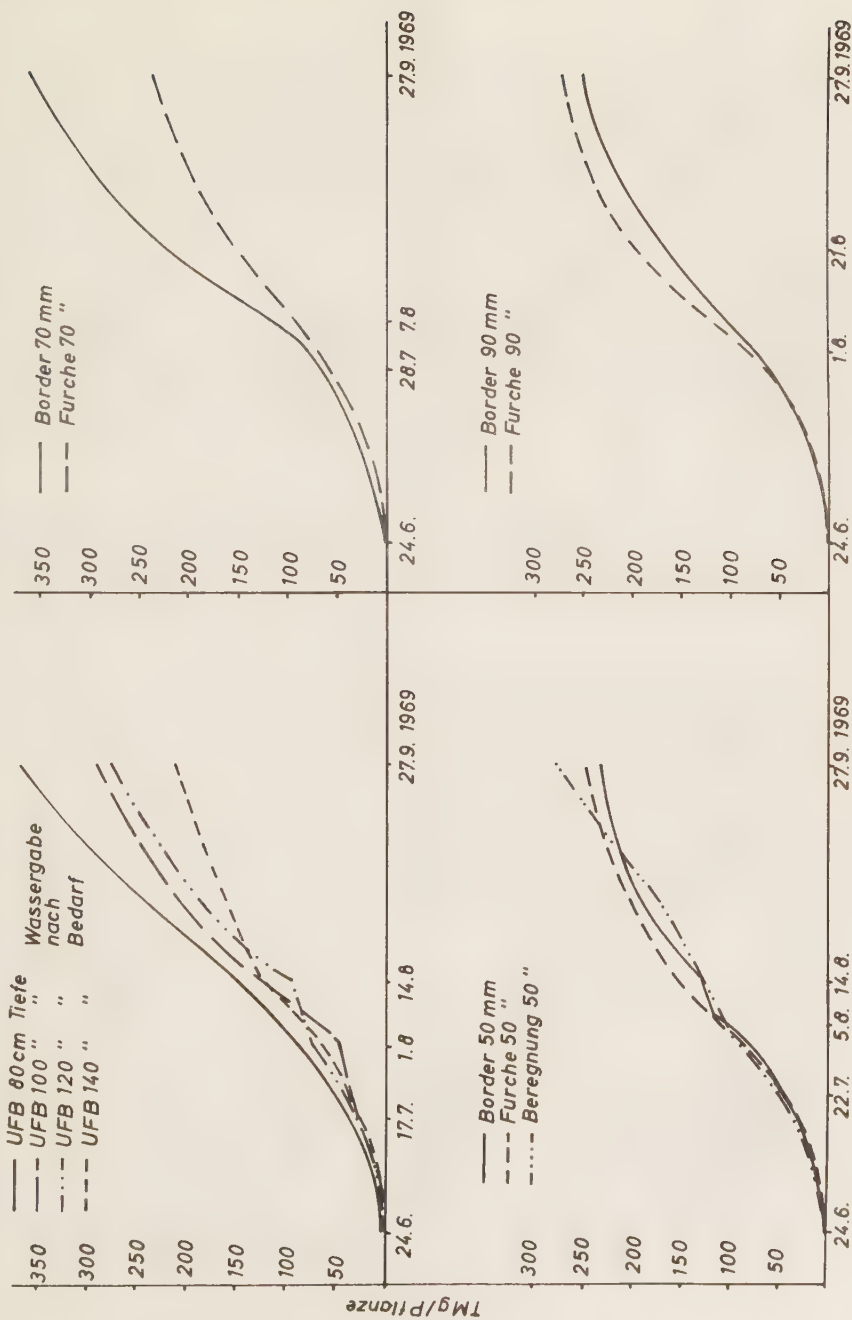
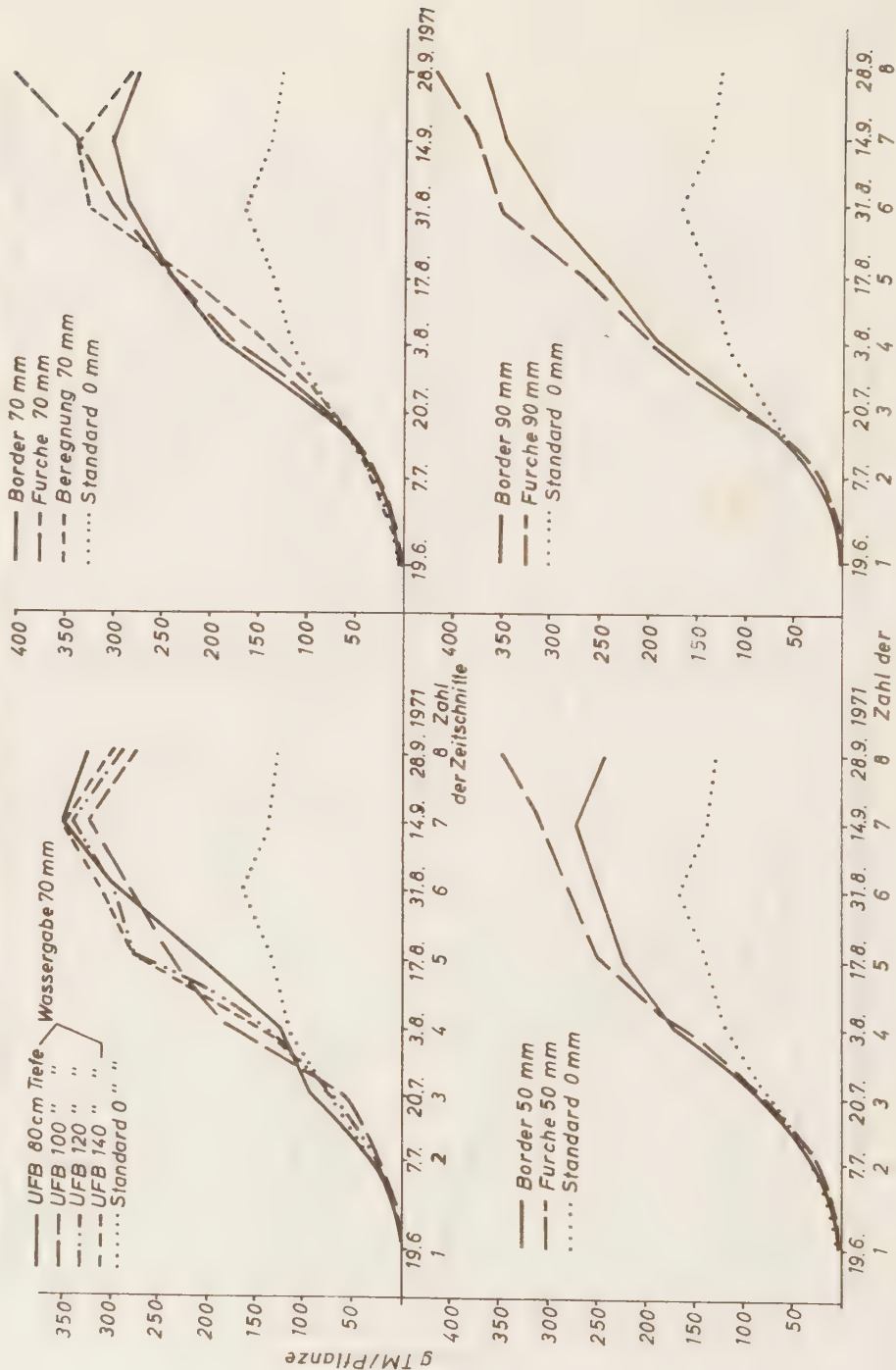


Abb. 22 Gesamt-trockenmassebildung in g/Pflanze im Laufe der Vegetation 1971



sich meist bereits im Verlauf der GTM-Bildung bald nach der ersten Wassergabe ab. Während im ersten Versuchsjahr 1969 nur ein geringer Einfluß der unterschiedlichen Wassergaben zu erkennen ist, wirkt die Höhe der Wassergaben im Wiederholungsjahr 1971 sowohl bei dem Furchen- als auch bei dem Borderbewässerungsverfahren eindeutig positiv auf die GTM-Bildung.

Um zu untersuchen, ob eine Wirkung der verschiedenen Bewässerungsverfahren bzw. der Wassergaben auf den Anteil der vegetativen und generativen Pflanzenteile an der GTM besteht, wurde am Ende der Vegetation die Trockenmasse der einzelnen Pflanzenteile festgestellt. Die Ergebnisse sind in den Abbildungen 23 und 24 wiedergegeben.

In den Abbildungen 23 und 24 sind neben der Gesamttrockenmasse am Ende der Vegetation die Anteile der vegetativen Organe Stengel und Blatt sowie der generativen Teile getrennt für jede Variante eingetragen. Folgendes kann daraus abgelesen werden:

Die Anteile der einzelnen Pflanzenteile sind den von Christidis und Harrison (53) angegebenen Mittelwerten (47,82 % Kapseln, 20,25 % Blatt, 23,15 % Stengel, 8,80 % Wurzeln) im Durchschnitt sehr ähnlich, wenn man berücksichtigt, daß in den vorliegenden Unterlagen die Wurzel außer Betracht gelassen wurde. Der Anteil der Kapseln der GTM lag in beiden Jahren im Durchschnitt etwa gleich (1969: 50,9 %; 1971: 50,1 %). Die Unterschiede im Kapselanteil zwischen den einzelnen Bewässerungsvarianten waren jedoch im ersten Versuchsjahr bedeutend größer (33,9 % bis 64,8 %) als im zweiten Versuchsjahr (43,0 % bis 55,0 %).

Der in beiden Jahren ebenfalls im Durchschnitt fast gleiche Anteil der vegetativen Organe an der GTM setzt sich in den beiden Jahren aus unterschiedlichen Blatt- und Stengelerhältnissen zusammen. Während 1969 Blattanteile von 15 bis 37 % der GTM gemessen wurden, lag der Blattanteil 1971 mit 8 bis 16 % nur etwa halb so hoch. Diese Unterschiede im Blattanteil sind auf die witterungsbedingte verzögerte Aussaat im Jahre 1969 und die damit verbundene Verschiebung der Vegetation bzw. Reifezeit zurückzuführen.

Abb. 23 Trockenmasse (TM) der verschiedenen Pflanzenteile am Ende der Vegetation 1969

1. Gesamttrockenmasse
2. TM der Gesamtkapseln (geschl. + offen)
3. " " Stengel
4. " " Blätter

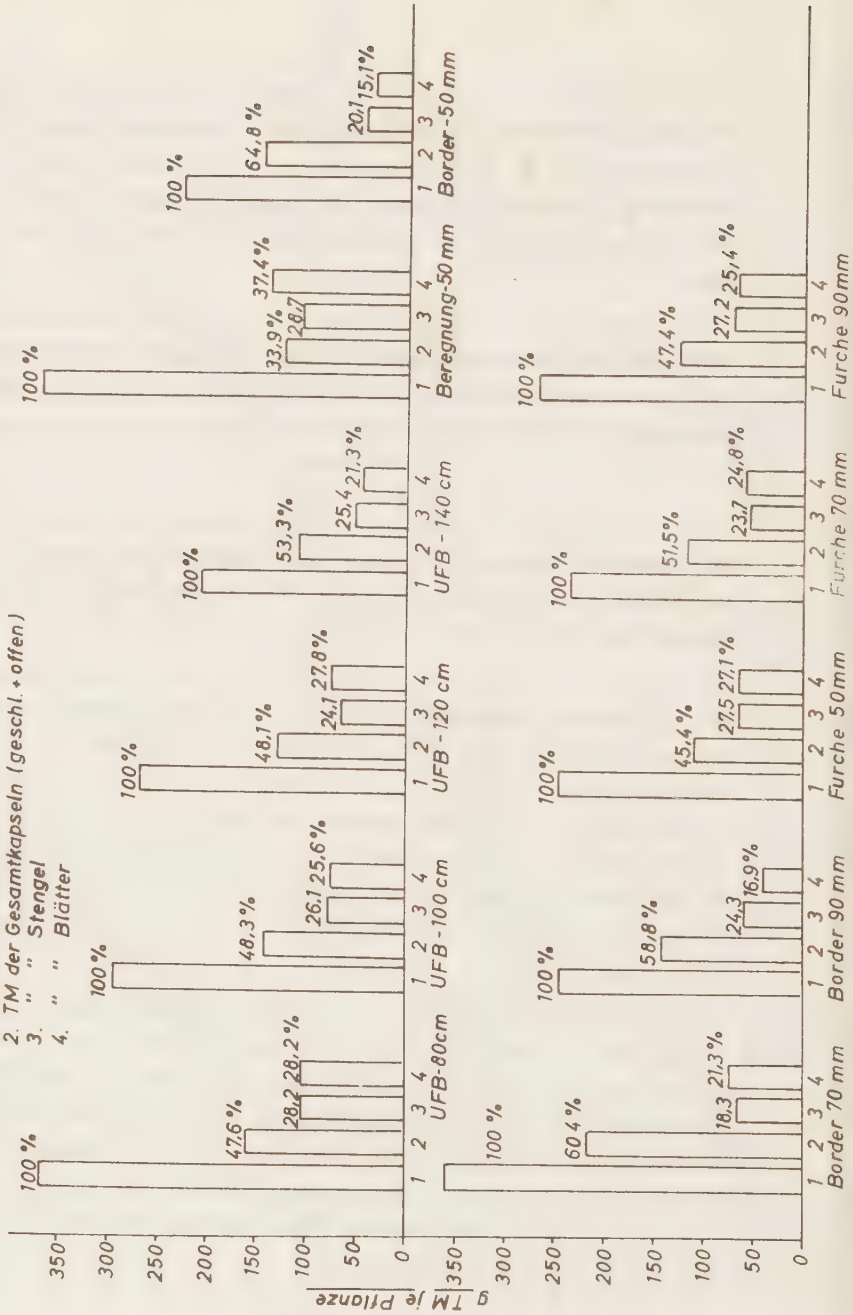
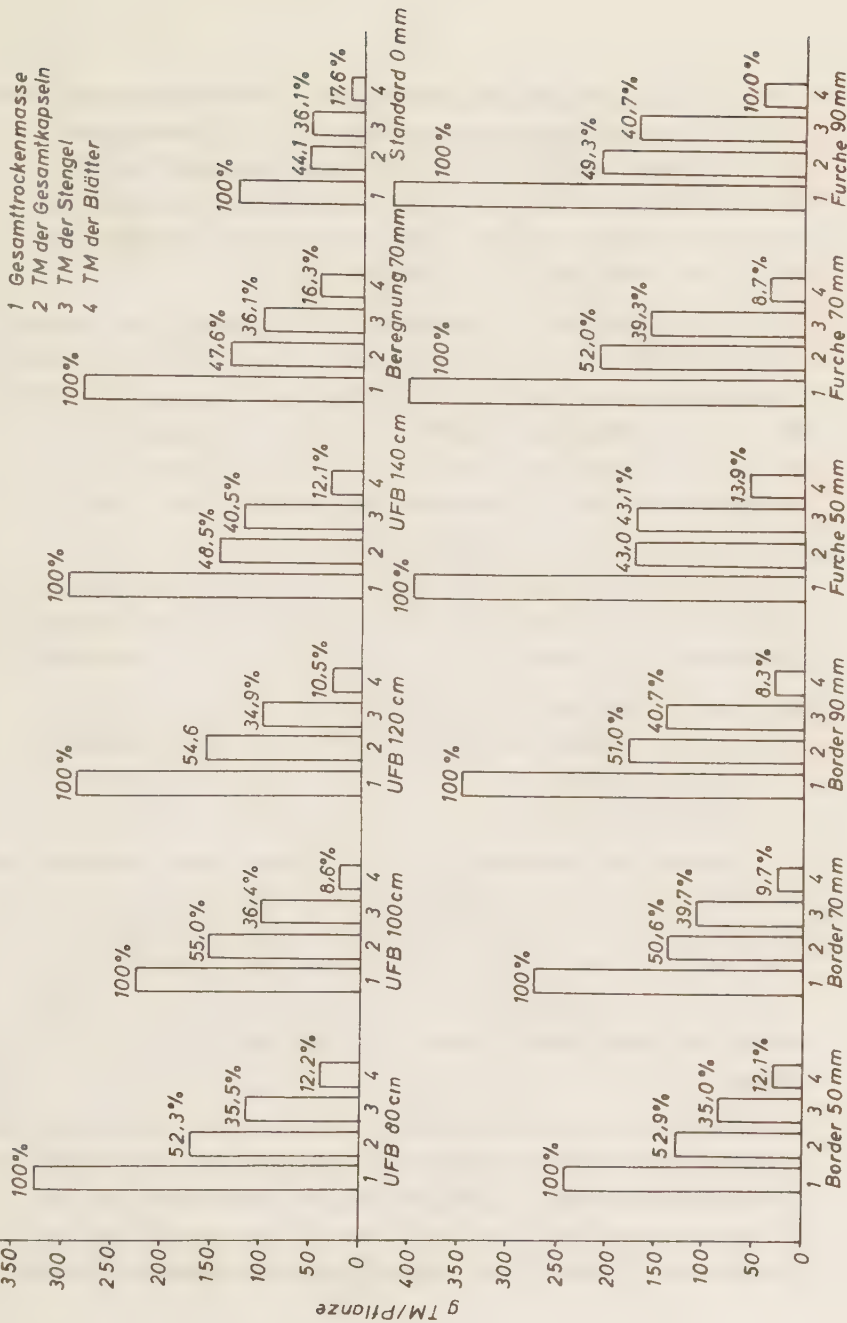


Abb. 24 Trockenmasse (TM) der verschiedenen Pflanzenteile am Ende der Vegetation 1971
in g TM/Pflanze

- 1 Gesamttrockenmasse
- 2 TM der Gesamtkapseln
- 3 TM der Stengel
- 4 TM der Blätter



1969 war vor der Ernte die Behandlung mit einem Defoliant notwendig, während 1971 eine klare Abnahme der GTM gegen Ende der Vegetationszeit durch Blattaufwurf zu verzeichnen war. Der höhere Stengelanteil im Jahre 1971 kann auch auf die während der längeren Vegetationszeit bessere vegetative Entwicklung der Pflanzen zurückgeführt werden (siehe Pflanzenhöhe und Zahl der Verzweigungen, Abbildungen 9, 10 und 11).

Vergleicht man die Unterflurbewässerungs- mit den Oberflurbewässerungsvarianten (Border und Furche), so stellt man fest, daß 1969 die Oberflurbewässerungs-Varianten meist höhere Kapselanteile erreichten, während 1971 die Unterflurbewässerungs-Varianten im Kapselanteil überlegen waren. Das mag mit den unterschiedlichen Kriterien zusammenhängen, die in den beiden Jahren zur Wahl der Bewässerungszeitpunkte gewählt wurden.

Die Beregnungsvariante hatte in beiden Versuchsjahren einen geringeren Anteil an Kapseln, besonders aber im ersten Versuchsjahr, in dem die Wassergabe nur 50 mm je Bewässerung betrug. Die Schädigung der vegetativen Organe durch die Beregnung tritt auch hier wieder deutlich in Erscheinung.

Die Standardvariante ohne Bewässerung hatte mit 44,6 % im Jahre 1971 den niedrigsten Kapselanteil unter allen Varianten, ein Zeichen, daß der Wassermangel die Ausbildung der generativen Organe stärker beeinträchtigte als das vegetative Wachstum.

Beim Vergleich der Verlegeuliefen der Unterflurbewässerung erkennt man im Jahre 1969 eine deutliche Verringerung der Gesamttrockenmasse mit fortschreitender Tiefe und gleichzeitig die Tendenz zu einem höheren Kapselanteil bei den Varianten mit tiefer verlegter Unterflurbewässerung. Diese Tendenz ist damit zu erklären, daß bei tiefer verlegten Strängen die Wirksamkeit des Wassers später einsetzt, also bevorzugt die generativen Teile fördert.

Mit 160 g Kapseltrockenmasse im Jahre 1969 und 170 g je Pflanze im Jahre 1971 wurde durch die flach verlegte Unterflurbewässerung eine hohe Produktion an generativen Pflanzenteilen erreicht, die nur im zweiten Jahr durch die Furchenbewässerung 70 mm und die Borderbewässerung 90 mm übertroffen wurde. Inwieweit die produzierte Kapseltrockenmasse ertragswirk-

sam werden kann, hängt wesentlich davon ab, welcher Anteil der gebildeten Kapseln früh genug abreift, um in der begrenzten Vegetationszeit vor dem Einsetzen der Winterniederschläge geerntet werden zu können. Die erzielten Ertragsergebnisse geben darüber Aufschluß.

4.3 ERNTEERTRÄGE

Bei der Besprechung der Standortbedingungen wurde angedeutet, daß die Erntezeit der Baumwolle wie in den Hauptanbaugebieten auch in der Türkei grundsätzlich vom Klima und Boden, aber auch von den angewandten Kulturmaßnahmen abhängt. Die Erntezeit der Baumwolle wird also in erster Linie durch die gegebenen Wachstumsbedingungen und angewandten Kulturmaßnahmen bestimmt. Durch verspätete Aussaat wird die Gesamtvegetationsdauer verkürzt, die Reifezeit der Kapseln verzögert und dementsprechend die Gesamternte in Frage gestellt (vgl. Versuchsjahr 1969). Wenn die vorhandenen Wachstumsbedingungen den Ansprüchen der Baumwolle entsprechen, dann ist das Können des Baumwollanbauers ein dominierender Faktor zur Erzielung hoher Erträge.

Der nach aufwendigen Bemühungen am Ende der Vegetationszeit erzielte Ernteertrag ist das Maß für Erfolg oder Mißerfolg des Pflanzenanbaus. Die Rentabilität der durchgeführten kulturtechnischen und pflanzenbaulichen Arbeiten wird durch den gewonnenen Ernteertrag von Fasern und Samen und deren Marktpreis bestimmt.

Die Feststellung der optimalen Erntezeit und die sorgfältige Durchführung der Ernte sowie die weitere Behandlung des erzielten Ernteertrages erfordert, wie bei den von der Aussaat bis zur Ernte durchgeführten Arbeiten, Sorgfalt und Erfahrung. Anderenfalls muß mit qualitativer und quantitativer Ernteminderung gerechnet werden.

Da der erzielte Ernteertrag sich bekanntlich aus dem Faser- und Samenertrag zusammensetzt, wird im folgenden die Wirkung der verschiedenen Bewässerungsverfahren und der unterschiedlichen Wassergaben sowohl auf den Gesamternteertrag als auch auf die einzelnen Komponenten, nämlich Fasern und Samen, bezogen. Die Ergebnisse des Gesamternteertrages sowie der einzelnen Pflückgänge wurden in beiden Versuchsjahren varianzanalytisch verrechnet.

4.3.1 Gesamterträge

Betrachtet man die Gesamterträge von 1969 und 1971, die in den Tabellen 16 und 17 zusammengestellt sind, stellt man fest, daß sowohl die Gesamterträge als auch die Erträge der einzelnen Pflückgänge in beiden Versuchsjahren erhebliche Differenzen aufweisen. Die im ersten Jahr 1969 erzielten geringen Ernteerträge zeigen eine depressive Wirkung der zur Beschleunigung der Reife angewandten Chemikalien vornehmlich auf die Baumwollkapseln der Oberflurbewässerung und Beregnung. Dies wird damit begründet, daß die Baumwollpflanzen der erwähnten Varianten stark verzögertes vegetatives Wachstum hatten und somit die Kapseln noch nicht den genügenden Reifegrad in der Zeit hatten, in der sie mit Chemikalien behandelt wurden. Die bei dem 2. Pflückgang erzielte sehr geringe Ernte der Oberflurbewässerungs- und Beregnungsvarianten im ersten Versuchsjahr 1969 weist darauf hin, daß die durch die chemische Behandlung zur Frühreife gezwungenen, übrig gebliebenen unreifen Kapseln nicht zur Ernte herangezogen werden konnten. Man sieht deshalb große Ertragsunterschiede von 12,3 bis 28,3 dz/ha beim ersten Pflückgang und von 13,7 bis 34,1 dz/ha beim Gesamtertrag zwischen den Bewässerungsvarianten, welche durch die chemische Behandlung bedingt wesentlich größer als im 2. Versuchsjahr sind. Eine deutlich depressive Wirkung läßt besonders die Beregnungsvariante erkennen.

Unter Berücksichtigung dieser ungünstigen Erfahrung wurde der Versuch im Jahre 1971 wiederholt, um präzise Beobachtungen und Untersuchungen anstellen und genaue Ergebnisse erzielen zu können. In der Tabelle 17 sind die erzielten Ertragsergebnisse vom Wiederholungsjahr 1971 enthalten. Im Wiederholungsjahr wurde die natürliche Reife der Kapseln infolge der bei günstiger Frühjahrswitterung bereits am 1.5.71 erfolgten Aussaat schon Ende September erreicht. Wegen der günstigen Witterungsverhältnisse am Ende der Vegetation erfolgte die Ernte in vier Pflückgängen bis Mitte November, so daß nur sehr wenige unreife Kapseln auf dem Felde blieben.

Eine Gegenüberstellung der Erträge der Unterflurbewässerungs-Varianten beim ersten Pflücktermin zeigt eine Überlegenheit der flachen Verlegetiefen

Tabelle 16: Baumwollerträge (Faser und Samen) dz/ha und der prozentuale Ernteanteil in laufenden Pflückgängen von 1969

Behandlung	Vari- ante	1. Pflückgang dz/ha	%	2. Pflückgang dz/ha	%	Summe (1-2) dz/ha
A) UFB:						
A ₁ : 80 cm Tiefe ungefilt.	U _{1a}	27,3	86,1	4,4	13,9	31,7
A ₁ : 80 cm Tiefe gefilt.	U _{1b}	28,3	83,0	5,8	17,0	34,1
A ₂ : 100 cm Tiefe ungefilt.	U _{2a}	15,7	66,5	7,9	33,5	23,6
A ₂ : 100 cm Tiefe gefilt.	U _{2b}	20,6	72,8	7,7	27,2	28,3
A ₃ : 120 cm Tiefe ungefilt.	U _{3a}	20,0	76,6	6,1	23,4	26,1
A ₃ : 120 cm Tiefe gefilt.	U _{3b}	21,2	69,5	9,3	30,5	30,5
A ₄ : 140 cm Tiefe ungefilt.	U _{4a}	12,2	65,2	6,5	34,8	18,7
A ₄ : 140 cm Tiefe gefilt.	U _{4b}	22,8	78,6	6,2	21,4	29,0
B) OFB:						
B ₅ : 50 mm	Bo ₅	17,6	86,3	2,8	13,7	20,4
B ₆ : 70 mm	Bo ₆	18,7	80,6	4,5	19,4	23,2
B ₇ : 90 mm	Bo ₇	18,8	83,2	3,8	16,8	22,6
C) Beregnung 50 mm						
Furche 50 mm	F ₈	17,4	83,3	3,5	16,7	20,9
Furche 70 mm	F ₉	17,7	80,5	4,3	19,5	22,0
Furche 90 mm	F ₁₀	14,1	77,0	4,2	23,0	18,3
D) Beregnung 100 mm						
Be ₁₁	Be ₁₁	12,3	89,8	1,4	10,2	13,7
Varianzanalyse:						
GD ₅ %	GD ₅ %	7,2		1,2		7,1
GD ₁ %	GD ₁ %	9,9		1,6		9,7
GD _{0,1} %	GD _{0,1} %	13,4		2,2		13,3

Tabelle 17: Baumwollerträge (Faser und Samen) dz/ha und der prozentuale Ernteanteil in laufenden Pflückgängen von 1971

Behandlung	Vari- ante	1. Pflückgang dz/ha	%	2. Pflückgang dz/ha	%	3. Pflückgang dz/ha	%	4. Pflückgang dz/ha	%	Summe 4 Pflück- gänge
A) UFB:										
A ₁ : 80 cm Tiefe ungefilt.	U _{1a}	31,6	78,2	4,4	10,9	2,6	6,4	1,4	3,5	40,0
A ₁ : 80 cm Tiefe gefilt.	U _{1b}	24,8	55,9	10,1	22,7	7,6	17,1	1,9	4,3	44,4
A ₂ : 100 cm Tiefe ungefilt.	U _{2a}	27,1	60,2	9,2	20,4	6,6	14,7	2,1	4,7	45,0
A ₂ : 100 cm Tiefe gefilt.	U _{2b}	24,7	59,2	9,3	22,3	6,4	15,3	1,3	3,2	41,7
A ₃ : 120 cm Tiefe ungefilt.	U _{3a}	27,4	60,4	10,2	22,5	6,7	14,8	1,1	2,3	45,4
A ₃ : 120 cm Tiefe gefilt.	U _{3b}	21,9	52,5	10,6	25,4	7,3	17,5	1,9	4,6	41,7
A ₄ : 140 cm Tiefe ungefilt.	U _{4a}	26,3	56,8	12,6	27,2	5,9	12,7	1,5	3,3	46,3
A ₄ : 140 cm Tiefe gefilt.	U _{4b}	22,5	56,4	9,4	23,6	6,2	15,5	1,8	4,5	39,9
B) OFB:										
Border 50 mm	Bo ₅	13,9	40,2	10,9	31,5	7,5	21,7	2,3	6,6	34,6
Border 70 mm	Bo ₆	14,4	38,3	12,9	34,3	8,1	21,5	2,2	5,9	37,6
Border 90 mm	Bo ₇	15,2	41,9	10,2	28,1	7,8	21,5	3,1	8,5	36,3
C) Beregnung 70 mm										
Furche 50 mm	F ₈	18,8	44,2	13,2	31,1	7,4	17,4	3,1	7,3	42,5
Furche 70 mm	F ₉	19,4	42,9	12,9	28,6	9,6	21,2	3,3	7,3	45,2
Furche 90 mm	F ₁₀	20,4	41,4	14,2	28,8	11,0	22,3	3,7	7,5	49,3
D) Standard 0 mm										
Beregnung 70 mm	Be ₁₁	25,0	69,3	6,8	18,8	3,1	8,6	1,2	3,3	36,1
E) Standard 0 mm										
Standard 0 mm	St ₁₂	15,5	79,5	4,0	20,5	--	--	--	--	19,5
F) Varianzanalyse:										
GD ₅ %		5,7		3,1		1,5		0,7		7,4
GD ₁ %		7,8		4,2		2,1		1,1		10,1
GD _{0,1} %		10,5		5,7		2,8		1,4		13,6

in beiden Versuchsjahren im Vergleich mit den tieferen Strängen. Wie aus den Tabellen 16 und 17 zu ersehen ist, nehmen die im ersten Pflückgang erzielten Ernteerträge in beiden Jahren von 80 cm bis zur 140 cm-Tiefe ab, während das umgekehrte Verhältnis im zweiten Pflücktermin zum Vorschein kommt. Aus dieser eindeutigen Tatsache geht hervor, daß die 80 cm-Verlegetiefe im ersten Pflücktermin unter allen Versuchsvarianten den höchsten Ernteertrag bringt. Ein hoher Ernteanteil beim 1. Pflückgang wie bei der 80 cm-Variante der Unterflurbewässerung ist für den Baumwollanbau im Ege-Gebiet sehr erwünscht, da die Vegetationsdauer durch die Witterungsverhältnisse begrenzt ist und in Zukunft einmaliges Pflücken mit Hilfe von Erntemaschinen wegen stark steigender Arbeitslöhne und Arbeitskräftemangels in den Baumwollanbaugebieten unerlässlich scheint.

Obwohl ein positiver Einfluß der Filterung im ersten Versuchsjahr bei allen Unterflurbewässerungs-Varianten sich deutlich erkennen läßt, stellt man diese Überlegenheit der gefilterten Stränge im zweiten Versuchsjahr nur bei dem 80 cm-Strang fest, während bei den übrigen Unterflurbewässerungs-Varianten mit zunehmenden Tiefen die ungefilterten Stränge im Ertrag überlegen sind.

Abgesehen von dem durch Chemikalien bewirkten Ernteminderungseffekt im ersten Versuchsjahr, prägt sich die Wirkung der verschiedenen Bewässerungsverfahren und der unterschiedlich dosierten Wassergaben im zweiten Versuchsjahr besonders stark aus. Sowohl in den Gesamterträgen als auch in den einzelnen Pflückgängen übertrifft die Furchenbewässerung die Borderbewässerung. Die Furchenbewässerung mit 90mm Wassergabe liegt in den einzelnen Pflückgängen und im Gesamtertrag unter allen Oberflurbewässerungs-Varianten am höchsten. Während die Gesamterträge der Unterflurbewässerungen zwischen 39,9 und 46,3 dz/ha schwanken und sich dem Höchstgesamtertrag der Furchenbewässerung (49,3) nähern, übertreffen sie im Mittel beim ersten Pflückgang die von den Furchenbewässerungen erbrachten Durchschnittserträge. Generell bedeutet dies für die Unterflurbewässerungs-Varianten mit abnehmender Tendenz von flachen zu tieferen Strängen eine Überlegenheit in der Frühreife bei fast gleich hohen Gesamterträgen im Vergleich zur Furchenbewässerung.

Wenn man die Gesamterträge, nämlich die Summe der Pflückgänge, gleich 100 Prozent setzt, um die prozentuale Verteilung der Ernteerträge auf die einzelnen Pflücktermine feststellen zu können, stellt man im ersten Versuchsjahr den höchsten Anteil beim ersten Pflückgang mit 89,9 % bei der Beregnung und den niedrigsten mit 65,2 % bei der Unterflurbewässerung mit 140 cm-Verlegetiefe ohne Filterung fest. Dagegen beträgt der höchste Anteil der Ernteerträge beim ersten Pflückgang im Wiederholungsjahr 1971 78,2 % bei der 80 cm-ungefilterten Unterflurbewässerung und der niedrigste bei 70 mm Borderbewässerung nur 38,3 %. Interessanterweise zeigt die Standardvariante, deren Wachstums- und Entwicklungsverlauf im Laufe der Vegetation eindeutig allen anderen Varianten überlegen war, mit 79,5 % einen sehr hohen Ernteanteil beim ersten Pflückgang, d. h. ohne Bewässerung werden zwar niedrige, aber frühreife Erträge erzielt. Außer beim ersten Pflückgang nimmt der prozentuale Anteil der Ernteerträge der Unterflurbewässerungs-Varianten in beiden Jahren in den folgenden Pflückgängen von 80 cm bis 140 cm Tiefe zu. Der prozentuale Anteil der Beregnungsvarianten liegt in beiden Jahren beim ersten Pflücktermin in der Nähe der von den Unterflurbewässerungs-Varianten erbrachten Prozentzahlen. Das ist wiederum ein Zeichen der Notreife. Der Haupternteanteil der Oberflurbewässerungs-Varianten verteilt sich gleichmäßiger auf den ersten und zweiten Pflücktermin als bei der Unterflurbewässerung. Eine Wirkung der unterschiedlich dosierten Wassergaben auf diese Verteilung ist nur schwach ausgeprägt.

Setzt man die Höchstgesamternteerträge der Versuchsjahre gleich 100 (1969: 34,1 dz/ha bei der 80 cm gefilterten Unterflurbewässerungs-Variante und 1971: 49,3 dz/ha bei 90 mm Furchenbewässerung), so erkennt man an Hand der Relativzahlen der Tabelle 18, daß die gefilterten und ungefilterten Unterflurbewässerungs-Varianten erhebliche Unterschiede zugunsten der Filterung im ersten und zugunsten der ungefilterten Stränge im zweiten Versuchsjahr aufweisen. Die prozentualen Vergleichswerte der Oberflurbewässerungs-Varianten liegen im ersten Versuchsjahr beachtlich niedriger als im zweiten. Das ist auf die verzögerte Vegetation und die zur Beschleunigung der verspäteten Kapselreife verwendeten Chemikalien zurückzuführen. Die Beregnungsvariante brachte im Vergleich zum Höchstgesamternte-

Tabelle 18: Im Vergleich zum Höchstertrag (= 100 %) berechnete Relativerträge 1969 und 1971

Behandlung	Vari- ante	1 9 6 9		1 9 7 1	
		Gesamt- ertrag dz/ha	Gesamt- ertrag in %	Gesamt- ertrag dz/ha	Gesamt- ertrag in %
A) UFB:					
A ₁ : 80 cm Tiefe ungefilt.	U _{1a}	31,7	93,0	40,0	82,0
80 cm Tiefe gefilt.	U _{1b}	<u>34,1</u>	<u>100,0</u>	44,4	90,1
A ₂ : 100 cm Tiefe ungefilt.	U _{2a}	23,6	69,2	45,0	91,3
100 cm Tiefe gefilt.	U _{2b}	28,3	83,0	41,7	84,6
A ₃ : 120 cm Tiefe ungefilt.	U _{3a}	26,1	76,5	45,4	92,1
120 cm Tiefe gefilt.	U _{3b}	30,5	89,4	41,7	84,6
A ₄ : 140 cm Tiefe ungefilt.	U _{4a}	18,7	54,8	46,3	93,9
140 cm Tiefe gefilt.	U _{4b}	29,0	85,0	39,9	80,9
B) OFB:					
Border 50 mm	Bo ₅	20,4	59,8	34,6	70,2
Border 70 mm	Bo ₆	23,2	68,0	37,6	76,3
Border 90 mm	Bo ₇	22,6	66,3	36,3	73,6
Furche 50 mm	F ₈	20,9	61,3	42,5	86,2
Furche 70 mm	F ₉	22,0	64,5	45,2	91,7
Furche 90 mm	F ₁₀	18,3	53,7	<u>49,3</u>	<u>100,0</u>
C) Beregnung 50 / 70 mm	Be ₁₁	13,7	40,2	36,1	73,2
D) Standard	0 mm St ₁₂	--	--	19,5	39,6

ertrag im ersten Jahr mit 40 % den niedrigsten prozentualen Vergleichs-
ertrag.

Im Wiederholungsjahr 1971 wurde der prozentuale Höchstgesamternteertrag bei der Furchenbewässerung mit 90 mm Wassergabe erzielt. Die übrigen Furchen- und ungefilterten Unterflurbewässerungs-Varianten differierten geringfügig untereinander, während die gefilterten Unterflurbewässerungs-Stränge und Borderbewässerungen mit 50, 70 und 90 mm Wassergaben sowie die Beregnung mäßige Abweichungen aufwiesen. Die Standardvariante ohne künstliche Bewässerung hatte mit 39,6 % den niedrigsten Stand.

In der Tabelle 19 sind durchschnittliche Relativwerte für die Gesamterträge der vier Bewässerungsverfahren eingetragen. Während an Hand dieser Werte für das erste Versuchsjahr infolge der unterschiedlichen Depression durch die chemische Behandlung zur Reifebeschleunigung nur etwas über die Gesamtwirkung der Unterflurbewässerung ausgesagt wird, zeigen die prozentualen Mittelwerte der einzelnen Bewässerungsverfahren im Jahre 1971 deutlich günstigere Wirkungen der Furchen- und Unterflurbewässerung auf den Ernteertrag im Vergleich zu der Borderbewässerung und den Beregnungsverfahren, die 1971 gleich hohe Erträge bewirkten. Der unterhalb von 50 % liegende Standard (ohne künstliche Bewässerung) zeigt eindeutig die Notwendigkeit der Bewässerung.

Tabelle 19: Ertragsvergleich der Bewässerungsverfahren 1969 und 1971
Durchschnittserträge in dz/ha und Relativzahlen

Behandlung	1 9 6 9		1 9 7 1	
	Gesamt- ertrag dz/ha	Gesamt- ertrag berechnet in %	Gesamt- ertrag dz/ha	Gesamt- ertrag berechnet in %
A. UFB	<u>27,8</u>	<u>100,0</u>	43,1	94,3
B. OFB				
a) Border- bew.	22,1	79,5	36,2	79,2
b) Furch.- bew.	20,4	73,4	<u>45,7</u>	<u>100,0</u>
C. Bereg- nung	13,7	49,3	36,1	79,0
D. Standard	--	--	19,5	42,7

4.3.2 Fasererträge

Wie auf Grund der Faser-Samen-Verhältnisse (Tabelle 21) zu ersehen ist, können die gleichen Ergebnisse bei der getrennten Betrachtung der Faser- und Samenerträge, wie bei der Beschreibung der Gesamterträge, abgelesen werden. Denn die prozentualen Faseranteile sind bei allen Varianten innerhalb eines Pflücktermins fast gleich.

Zweifelsohne erbringen die Unterflurbewässerungs-Varianten beim ersten Pflücktermin die höchsten Fasererträge (Tabelle 20), fast 40 - 50 % mehr Faserertrag als die Oberflurbewässerungen. Ein Vergleich der Fasererträge innerhalb der Unterflurbewässerungs-Varianten zeigt von 80 cm bis 140 cm Tiefe allmählich abnehmende Unterschiede, die wesentlich zwischen den ungefilterten und gefilterten Strängen entstehen. Eine erhebliche Verringerung der Fasererträge ist nur bei der 80 cm-ungefilterten-Unterflurbewässerungs-Variante und auch bei der Beregnung beim 3. und 4. Pflückgang festzustellen. Abgesehen von geringen Abweichungen zwischen ungefilterten

Tabelle 20: Baumwollerträge (Faser-, Samen- und Gesamtertrag) dz/ha in einzelnen Pflückgängen im Versuchsjahr 1971

Behandlung	Vari- ante	1. Pflückgang			2. Pflückgang			3. Pflückgang			4. Pflückgang			Summe 4 Pflückgänge		
		Faser	Samen	Gesamt	Faser	Samen	Gesamt	Faser	Samen	Gesamt	Faser	Samen	Gesamt	Faser	Samen	Gesamt
A) UFB:																
A ₁ : 80 cm Tiefe ungeflitt.	U _{1a}	12,4	19,2	31,6	1,7	2,7	4,4	0,9	1,7	2,6	0,5	0,9	1,4	15,5	24,5	40,0
U _{1b} 80 cm Tiefe geflitt.		9,8	15,0	24,8	3,8	6,3	10,1	2,7	4,9	7,6	0,6	1,3	1,9	16,9	27,5	44,4
A ₂ : 100 cm Tiefe ungeflitt.	U _{2a}	10,8	16,3	27,1	3,5	5,7	9,2	2,4	4,2	6,6	0,7	1,4	2,1	17,4	27,6	45,0
U _{2b} 100 cm Tiefe geflitt.		9,8	14,9	24,7	3,6	5,7	9,3	2,4	4,0	6,4	0,4	0,9	1,3	16,2	25,5	41,7
A ₃ : 120 cm Tiefe ungeflitt.	U _{3a}	10,9	16,5	27,4	3,8	6,4	10,2	2,5	4,2	6,7	0,4	0,7	1,1	17,6	27,8	45,4
U _{3b} 120 cm Tiefe geflitt.		8,7	13,2	21,9	4,1	6,5	10,6	2,6	4,7	7,3	0,7	1,2	1,9	16,1	25,6	41,7
A ₄ : 140 cm Tiefe ungeflitt.	U _{4a}	10,3	16,0	26,3	4,7	7,9	12,6	2,2	3,7	5,9	0,5	1,0	1,5	17,7	28,6	46,3
U _{4b} 140 cm Tiefe geflitt.		9,0	13,5	22,5	3,5	5,9	9,4	2,3	3,9	6,2	0,6	1,2	1,8	15,4	24,5	39,9
B) OFB:																
B ₅ : 50 mm	B ₅	5,4	8,5	13,9	4,1	6,8	10,9	2,8	4,7	7,5	0,8	1,5	2,3	13,1	21,5	34,6
B ₆ : 70 mm	B ₆	5,6	8,8	14,4	4,9	8,0	12,9	3,0	5,1	8,1	0,8	1,4	2,2	14,3	23,3	37,6
B ₇ : 90 mm	B ₇	5,9	9,3	15,2	5,9	6,3	10,2	2,9	4,9	7,8	1,1	2,0	3,1	13,8	22,5	36,3
Furche 50 mm	F ₈	7,3	11,5	18,8	5,0	8,2	13,2	2,7	4,7	7,4	1,1	2,0	3,1	16,1	26,4	42,5
Furche 70 mm	F ₉	7,6	11,8	19,4	5,0	7,9	12,9	3,5	6,1	9,6	1,1	2,2	3,3	17,2	28,0	45,2
Furche 90 mm	F ₁₀	8,0	12,4	20,4	4,4	9,8	14,2	4,1	6,9	11,0	1,3	2,4	3,7	17,8	31,5	49,3
C) Beregung 70 mm																
Be ₁₁	Be ₁₁	8,8	15,2	25,0	2,6	4,2	6,8	1,1	2,0	3,1	0,4	0,8	1,2	13,9	22,2	36,1
D) Standard 0 mm																
St ₁₂	St ₁₂	6,1	9,4	15,5	1,5	2,5	4,0	--	--	--	--	--	--	7,6	11,9	19,5

und gefilterten Strängen bringen die übrigen Unterflurbewässerungs-Varianten beim 3. und 4. Pflücktermin fast die gleichen Fasererträge.

Der maximale Erfolg der Fasererträge wurde beim 1. Pflückgang durch die 80 cm-Verlegetiefe erzielt, wogegen die 140 cm ungefilterte Variante der Unterflurbewässerung das Maximum in den weiteren Pflückgängen aufwies.

Sieht man die Summe der Fasererträge von zwei Pflückgängen der Standardvariante (ohne künstlichen Bewässerungseinsatz) als Ausgangswert an und zieht man Vergleiche mit den Bewässerungsvarianten, erzielt man folgende Bewässerungsfasermehrerträge:

Die Standardvariante erbrachte in zwei Pflückgängen 7,6 dz/ha Fasererträge, dagegen betrug das Maximum bei den Unterflurbewässerungs-Varianten, ohne Berücksichtigung der Filterung, 15,0 dz/ha und das Minimum 12,5 dz/ha, das ist ein Bewässerungsfasermehrertrag von mindestens 4,9 und höchstens 7,4 dz/ha. Im gleichen Sinne betrug der Bewässerungsfasermehrertrag bei den Borderbewässerungen mit 50, 70 und 90 mm Wassergaben 1,9, 2,9 und 2,2 dz/ha, hingegen wurden bei den Furchenbewässerungen mit 50, 70 und 90 mm Wassergaben 4,7, 5,0 und 4,8 dz/ha festgestellt. Die Berechnungsvariante lag mit 4,8 dz/ha Bewässerungsfasermehrertrag nur auf dem gleichen Stand wie die Furchenbewässerung, aber oberhalb der Borderbewässerungen. Zusammenfassend kann daraus gefolgert werden, daß der höchste Bewässerungsfasermehrertrag am Ende der zwei Pflückgänge, von denen man bekanntlich hohe qualitative Fasererträge erwarten kann, von der Unterflurbewässerung erreicht wurde. Die höchsten Fasermehrerträge der Furchenbewässerungen mit 4,7, 5,0 und 4,8 dz/ha nähern sich dem bei der Unterflurbewässerung erzielten minimalen Fasermehrertrag.

Während man durch einen 3. Pflückgang eine weitere Ertragssteigerung unter günstigen Anbau- und Witterungsbedingungen erzielt, ist der 4. Pflückgang aus betriebswirtschaftlichen Gründen als unrentabel anzusehen. Es ist aus den aufgeführten Zahlen der Fasererträge (Tabelle 20) vom 4. Pflücktermin eindeutig zu entnehmen, daß die erzielten Fasererträge sehr niedrig liegen. Vergleicht man die Fasererträge, die beim 3. und 4. Pflücktermin

gewonnen wurden, läßt sich die Wirkung der einzelnen Bewässerungsverfahren und der unterschiedlichen Wassergaben auf die Faser- und Samen- sowie Gesamterträge quantitativ deutlich erkennen: Während keine nennenswerten Unterschiede beim 3. und 4. Pflücktermin bei den Unterflurbewässerungs-Varianten (ausgenommen die 80 cm-Verlegetiefe) und Borderbewässerungen festzustellen sind, nehmen die Fasererträge bei der Furchenbewässerung mit der Höhe der Wassergabe von 50 über 70 auf 90 mm progressiv zu.

Da die Faserqualität beim ersten Pflückgang bedeutend höher ist als bei den nachfolgenden Pflückgängen, ist die Frühreife bzw. ein hoher Ertragsanteil des 1. Pflückganges höher zu bewerten als der Gesamtertrag von mehreren Pflückgängen. Die Ertragsergebnisse zeigen deutlich eine hohe Überlegenheit der flach verlegten Unterflurbewässerung im Ertrag des 1. Pflückganges. Dieses Bewässerungsverfahren muß auch deshalb als besonders vorteilhaft betrachtet werden, wenngleich in der Summe des Ertrages aller Pflückgänge einige der übrigen Bewässerungsvarianten höhere Werte erreichen.

4.3.3 Samenerträge

Neben dem Hauptprodukt, der Baumwollfaser, liefert die Baumwolle noch wertvolle Nebenprodukte, die von weltwirtschaftlicher Bedeutung sind. Die Samen der Baumwolle, deren Anteil $\frac{2}{3}$ der Gesamternteerträge ausmacht, finden in der Industrie und auch in der Landwirtschaft vielfältige Verwendung.

Entsprechend den Fasererträgen illustriert die Tabelle 20 den vom ersten bis zum vierten Pflückgang progressiv zunehmenden Samenanteil. Wie die Fasererträge weisen die Samenerträge keine großen Unterschiede zwischen den Bewässerungsverfahren und den unterschiedlichen Wassergaben auf. Da die Samenerträge sich unmittelbar aus dem prozentualen Faser-Samen-Verhältnis ergeben, gelten für die Samenerträge auch die bei den Fasererträgen gegebenen qualitativen Werte.

Aus der Tabelle 20 ist zu ersehen, daß bei den Oberflurbewässerungs-Vari-

anten mit steigender Wassergabe eine merkliche Verzögerung der Reife stattfindet. Entsprechend der Reifeverzögerung und infolge des progressiv zunehmenden prozentualen Samenanteils, nehmen die Samenerträge der Oberflurbewässerungs-Varianten innerhalb des jeweiligen Pflückganges mit zunehmender Wassergabe geringfügig, hingegen bei dem Gesamtertrag merklich zu. Diese Tatsache hängt mit dem allgemein bekannten Abfall des Faser- bzw. der Zunahme des Samenanteils im Laufe der Pflücktermine zusammen.

4.3.4 Faser-Samen-Verhältnis

Der prozentuale Faseranteil aus dem Versuchsjahr 1971 (Tabelle 21) läßt den allgemein bekannten Abfall des Faseranteils vom 1. bis zum 4. Pflückgang bei allen Versuchsvarianten deutlich erkennen. Dagegen sind Unterschiede im Faseranteil zwischen den verschiedenen Bewässerungsverfahren und auch den unterschiedlichen Wassergaben innerhalb eines Pflückganges sehr gering. Große Einflüsse der Bewässerungsmethoden und verschiedentlich dosierten Wassergaben sind auch nicht zu erwarten, da das prozentuale Faser-Samen-Verhältnis der Baumwolle genetisch stark fixiert und nur in geringem Maße durch Umweltfaktoren beeinflusbar ist (11, 20, 42, 64, 109).

Daß das prozentuale Faser-Samen-Verhältnis jedoch umweltbedingten Schwankungen unterworfen ist, findet eine Bestätigung in den von H. Alyari (11), M. Aydemir (20) und S. H. Emiroglu (64) erbrachten Ergebnissen, daß der Samenertrag etwas stärker auf die Umweltfaktoren (z. B. Düngung) reagiert als der Faserertrag. Bei unseren Bewässerungsversuchen ist die Wirkung des Wassers als Umwelt- bzw. Wachstumsfaktor innerhalb eines Pflücktermins unter allen Versuchsvarianten nicht zu erkennen.

Tabelle 21: Samen-Faser-Verhältnisse am Ende der Vegetation 1971 in %

Behandlung	Vari- ante	1. Pflückg.		2. Pflückg.		3. Pflückg.		4. Pflückg.	
		Faser	Samen	Faser	Samen	Faser	Samen	Faser	Samen
A) UFB:									
A ₁ : 80 cm Tiefe ungefilt.	U _{1a}	39,3	60,7	38,1	61,9	36,1	63,9	34,4	65,6
A ₁ : 80 cm Tiefe gefilt.	U _{1b}	39,7	60,3	37,8	62,2	36,0	64,0	33,8	66,2
A ₂ : 100 cm Tiefe ungefilt.	U _{2a}	39,9	60,1	37,9	62,1	36,4	63,6	33,7	66,3
A ₂ : 100 cm Tiefe gefilt.	U _{2b}	39,8	60,2	38,2	61,8	36,8	63,2	33,6	66,4
A ₃ : 120 cm Tiefe ungefilt.	U _{3a}	39,7	60,3	37,4	62,6	36,6	63,4	35,0	65,0
A ₃ : 120 cm Tiefe gefilt.	U _{3b}	39,9	60,1	38,3	61,7	35,1	64,9	35,6	64,4
A ₄ : 140 cm Tiefe ungefilt.	U _{4a}	39,3	60,7	37,2	62,8	36,5	63,5	34,7	65,3
A ₄ : 140 cm Tiefe gefilt.	U _{4b}	39,8	60,2	37,4	62,6	36,7	63,3	34,0	66,0
B) OFB:									
B ₅ : Border 50 mm	B ₅	38,5	61,5	38,0	62,0	37,0	63,0	34,2	65,8
B ₆ : Border 70 mm	B ₆	38,8	61,2	38,1	61,9	36,9	63,1	34,2	65,8
B ₇ : Border 90 mm	B ₇	38,7	61,3	37,8	62,2	36,8	63,2	34,2	65,8
C) Beregnung 70 mm									
F ₈ : Furche 50 mm	F ₈	38,7	61,3	37,8	62,2	36,4	63,6	34,2	65,8
F ₉ : Furche 70 mm	F ₉	38,9	61,1	38,5	61,5	36,8	63,2	34,6	65,4
F ₁₀ : Furche 90 mm	F ₁₀	39,2	60,8	38,3	61,7	36,8	63,2	34,6	65,4
D) Standard									
C) Beregnung 70 mm	Be ₁₁	39,0	61,0	38,0	62,0	36,8	63,2	34,2	65,8
D) Standard 0 mm	St ₁₂	39,3	60,7	38,7	61,3	--	--	--	--

4.4 NÄHRSTOFFGEHALT, NÄHRSTOFFAUFNABME UND NÄHRSTOFFENTZUG

Die durch Analysen der Trockenmasse festgestellten Nährstoffgehalte geben in Verbindung mit der während der Vegetationszeit gemessenen Trockenmassebildung Aufschluß über die zeitliche Nährstoffaufnahme der Baumwollpflanze.

Durch Analysen der einzelnen Pflanzenteile am Ende der Vegetation können Aussagen über den Nährstoffentzug durch Faser- und Samenerträge und über die dem Boden durch Stengel und Blätter wieder zugeführten Nährstoffmengen gemacht werden.

4.4.1 Nährstoffgehalte im Laufe der Vegetation

Die Nährstoffgehalte in der Trockenmasse der Gesamtpflanze, die mit Hilfe von Zeitschnitten festgestellt worden sind, weisen nur geringe Unterschiede zwischen den Varianten auf, die nicht als Wirkung der verschiedenen Bewässerungsverfahren und unterschiedlichen Wassergaben gewertet werden können. Die Tatsache, daß die Varianten mit höherer Trockenmasse-Bildung bzw. höherer Ertragsleistung keine niedrigeren Nährstoffgehalte aufweisen, läßt den Schluß zu, daß bei allen Varianten die Nährstoffversorgung durch den Bodenvorrat und die verabfolgte gleiche Düngung ausreichend waren.

Auf die Wiedergabe der Fülle von Nährstoffgehaltszahlen wird verzichtet, da, wie gesagt, keine Wirkung der Bewässerung auf die Nährstoffgehalte zu erkennen ist. Um jedoch allgemeine Aussagen über die Nährstoffgehalte der Baumwollpflanze im Laufe der Vegetation machen zu können, sind die durchschnittlichen Gehalte an N, P, K, Ca, Mg und Na aus dem Jahre 1971 in Tabelle 22 zusammengestellt worden.

Die bekannte Tatsache, daß die Nährstoffgehalte der Trockenmasse in jungen Pflanzen hoch sind und im Laufe der Vegetation mit fortschreitender Trockenmassebildung abnehmen, wird durch die Nährstoffanalysen der Baumwollpflanze bestätigt. Sowohl der Gehalt der Hauptnährstoffe N, P, K als auch der Gehalt an Ca und Mg sind dieser Regel unterworfen, während der Na-

Tabelle 22: Nährstoffgehalte der Gesamt-Baumwollpflanze im Laufe der Vegetation 1971 in %

Nährstoffe	T e r m i n e						
	19.6.	7.7.	20.7.	3.8.	17.8.	31.8.	14.9.71
N %	3,76	3,44	2,92	2,57	2,19	2,07	1,86
P %	0,44	0,37	0,33	0,29	0,27	0,21	0,20
K %	3,60	3,10	2,95	2,72	2,51	2,23	2,13
Ca %	3,71	2,81	2,52	2,26	1,98	1,75	1,44
Mg %	0,85	0,72	0,65	0,57	0,51	0,47	0,40
Na %	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06

Gehalt über die ganze Vegetationszeit fast gleich bleibt und gegen Ende eine aufsteigende Tendenz aufweist.

Auffallend hoch liegt am Anfang der Vegetation mit 3,7 % der Ca-Gehalt der Baumwollpflanze, der zu diesem Zeitpunkt sogar den K-Gehalt übertrifft und fast eben so hoch wie der N-Gehalt ist. Mit fortschreitender Vegetation verschiebt sich das Verhältnis von K : Ca zugunsten des Kaliums, bedingt durch den abnehmenden Blattanteil an der Gesamttrockenmasse; denn die Blätter der Baumwolle weisen die höchsten Ca-Gehalte auf, wie Untersuchungen von H. Alyari (11) und die eigenen Analysen der einzelnen Pflanzenteile (siehe Tabelle 35) zeigen.

4.4.2 Nährstoffaufnahme der Gesamtpflanze im Laufe der Vegetation

Wie bei der Trockenmassebildung wird hier die Nährstoffaufnahme im Laufe der Vegetation, bezogen auf Einzelpflanzen, also in g/Pflanze, wiedergegeben.

Die Nährstoffaufnahme als Produkt aus gebildeter Trockenmasse und Nährstoffgehalt ist vor allem von der Trockenmassebildung der einzelnen Varianten abhängig, wenn keine ausgeprägten Unterschiede im Nährstoffgehalt vorhanden sind, wie unter 4.4.1 festgestellt wurde. Es ist also zwischen der Trockenmassebildung und der Nährstoffaufnahme eine Parallelität bezüglich der Wirkung der Bewässerungsverfahren und Wassergaben zu erwarten. Allgemein kann festgestellt werden, daß, bedingt durch den höheren Nährstoffgehalt am Anfang der Vegetation, die Aufnahme der Nährstoffe (außer Na) der Trockenmassebildung vorseilt.

4.4.2.1 Gesamt-N-Aufnahme

Die Gesamt-N-Aufnahme der Vegetation aus den Versuchsjahren 1969 und 1971 ist in den Tabellen 23 und 24 dargestellt. Betrachtet man die Werte im Zusammenhang mit der besprochenen Gesamttrockenmassebildung, so ist eine gute Parallelität festzustellen.

Infolge der verspäteten Aussaat erfolgte die N-Aufnahme im ersten Versuchs-

Tabelle 23: Gesamt-N-Aufnahme im Laufe der Vegetation 1969 in g/Pflanze

Behandlung	Vari- ante	Termine											
		24.6.	17.7.	22.7.	28.7.	1.8.	5.8.	7.8.	14.8.	16.8.	21.8.	2.9.	27.9.
A) UFB:													
A ₁ : 80 cm Tiefe	U ₁	0,040	1,195			2,234		2,783				6,960	
A ₂ : 100 cm Tiefe	U ₂	0,080	0,975			1,927		2,448				4,895	
A ₃ : 120 cm Tiefe	U ₃	0,040	0,828			2,186		2,022				4,100	
A ₄ : 140 cm Tiefe	U ₄	0,040	1,098			1,405		2,485				3,460	
B) OFB:													
Bor der 50 mm	Bo ₅	0,081		1,468		2,475		2,660				4,110	
Bor der 70 mm	Bo ₆	0,080			2,045			2,544				6,320	
Bor der 90 mm	Bo ₇	0,077				2,140			2,898			4,000	
C) Beregnung:													
50 mm	F ₈	0,082		1,177		2,701		3,129				3,990	
70 mm	F ₉	0,080			1,868			2,102				4,890	
90 mm	F ₁₀	0,078				2,258			4,095			5,480	
Be ₁₁		0,077	1,160		2,095			2,962	3,024			3,587	6,040

Tabell e 24* Gesamt-N-Aufnahme im Laufe der Vegetation 1971 in g je Pflanze

Behandlung	Vari- ante	19.6.	7.7.	T e 20.7.	r m 3.8.	i n 17.8.	31.8.	14.9.	28.9.71
A) UFB:									
A ₁ : 80 cm Tiefe	U ₁	0,130	1,001	2,568	3,131	4,583	5,618	5,756	5,632
A ₂ : 100 cm Tiefe	U ₂	0,149	0,899	1,718	4,579	5,369	5,947	5,884	4,592
A ₃ : 120 cm Tiefe	U ₃	0,155	0,716	2,286	3,653	6,042	6,348	6,172	4,519
A ₄ : 140 cm Tiefe	U ₄	0,110	0,654	1,983	3,919	5,805	6,476	6,846	4,410
B) OFB:									
B ₁ : 50 mm	Bo ₅	0,123	0,963	2,404	4,726	4,873	5,362	4,737	3,953
B ₂ : 70 mm	Bo ₆	0,158	1,035	2,687	4,934	5,458	6,130	6,170	4,242
B ₃ : 90 mm	Bo ₇	0,113	0,851	2,624	5,081	5,365	6,216	6,583	5,386
C) Beregnung:									
F ₁ : 50 mm	F ₈	0,137	0,763	2,333	3,949	5,625	6,128	5,614	6,376
F ₂ : 70 mm	F ₉	0,145	1,046	2,195	4,211	5,170	6,212	6,347	6,403
F ₃ : 90 mm	F ₁₀	0,146	0,896	2,843	5,176	5,877	6,927	6,923	6,643
D) Standard:									
70 mm	Be ₁₁	0,166	1,237	2,205	3,992	5,184	6,606	6,564	5,183
0 mm	St ₁₂	0,132	0,968	1,893	2,488	2,451	2,973	2,399	2,274

jahr langsamer als im Wiederholungsjahr. Die höchsten N-Aufnahmen wurden 1969 nach verzögertem Wachstum bei allen Varianten am Ende der Vegetation kurz vor dem Pflücken erreicht, während 1971 die höchsten Werte für die N-Aufnahme bereits 2 bis 4 Wochen früher als Ende August/Anfang September erreicht waren und danach ein deutlicher Rückgang der N-Aufnahme zu verzeichnen ist. Dies hängt mit der in beiden Versuchsjahren zeitlich unterschiedlichen Entwicklung der Baumwollpflanze zusammen. Während 1969 die Baumwolle nach verspätetem vegetativem Wachstum und verzögerter Bildung der Kapseln durch künstliche Abtötung der Blätter zur Reife gezwungen werden mußte, waren 1971 zum gleichen Zeitpunkt (Ende September) bereits Blätter abgefallen, die gesamte Trockenmasse hatte abgenommen und damit auch die in der Pflanze vorhandene Stickstoffmenge. Die Unterschiede zwischen den Jahren in der Gesamt-N-Aufnahme verringern sich jedoch gegen Ende der Vegetation und die absolut höchsten N-Aufnahmen liegen in beiden Jahren auf der gleichen Höhe von etwa 7 g N/Pflanze.

Die höchsten N-Mengen von etwa 7 g (das entspricht bei 42 000 Pflanzen je ha etwa 284 kg N/ha) wurden 1969 bei der flach verlegten Unterflurbewässerungs-Variante Ende September, 1971 bei der Furchenbewässerung mit 90 mm Wassergabe Ende August erreicht.

Diese hohen N-Aufnahmen zeigen den außerordentlich hohen N-Bedarf der Baumwolle zur Erzeugung hoher Erträge. Obwohl durch den Ertrag an Faser und Samen nur ein Teil dieser N-Menge entzogen wird, ist eine reichliche N-Versorgung der Pflanze notwendig, um genügend vegetative Masse zu einem möglichst frühen Zeitpunkt als Voraussetzung für eine optimale Ertragsbildung zu produzieren.

Übereinstimmend mit der Trockenmassebildung ist ein früherer Anstieg der N-Aufnahme bei den Varianten mit flach verlegter Unterflurbewässerung (80 und 100 cm) in beiden Jahren festzustellen. Die Varianten mit tiefer verlegter Unterflurbewässerung holen jedoch, besonders 1971 gegen Ende der Vegetation, die Varianten mit flach verlegter Unterflurbewässerung in der Gesamt-N-Aufnahme ein. Das hängt mit einem später einsetzenden vegetativen Wachstum dieser Varianten (siehe Blattzahl und Zahl der Seitentriebe)

zusammen, das durch die anfangs verzögerte, aber später um so bessere Wasserversorgung durch die tief verlegten Unterflurbewässerungs-Stränge bewirkt wurde.

Bei den Unterflurbewässerungs-Varianten ist zu erkennen, daß mit zunehmender Wassergabe sowohl bei der Border- als auch bei der Furchenbewässerung eine Erhöhung der N-Aufnahme vorhanden ist.

Unter normalen Witterungs- und Anbaubedingungen können hohe N-Aufnahmen, die durch hohe Wassergaben erzielt werden, als ertragswirksame Faktoren angesehen werden. Ist die hohe N-Aufnahme jedoch mit einem starken vegetativen Wachstum zu einem fortgeschrittenen Zeitpunkt der Vegetationszeit verbunden, so kann dadurch die Reife verzögert, der Erntezeitpunkt hinausgeschoben und der Ernteertrag quantitativ und qualitativ vermindert werden. Dies trifft besonders für Anbaugebiete mit begrenzter Vegetationszeit zu, wodurch zu kühle Temperaturen während der Aussaatzeit 1969 oder Niederschläge während der Erntezeit in manchen Jahren die Vegetationszeit der Baumwolle stärker einschränken.

Mit 6,0 bzw. 6,5 g N/Pflanze wurden auch bei der Beregnungs-Variante hohe Gesamt-N-Aufnahmen festgestellt. Wegen der bereits beschriebenen Nachteile dieser Art der Wasserversorgung auf die generativen Pflanzenteile sind diese hohen N-Aufnahmen jedoch weniger ertragswirksam als bei der Unterflur-, Border- und Furchenbewässerung.

Die Standard-Variante ohne Bewässerung erreichte mit knapp 3 g N/Pflanze nur etwa 40 % der verzeichneten Höchst-N-Aufnahmen, und zwar erfolgte die N-Aufnahme bei dieser Variante besonders früh, d.h. solange noch Wasser aus den Winterniederschlägen im Boden vorhanden war. In der zweiten Vegetationshälfte ist dagegen eine Stagnation der N-Aufnahme bei der unbewässerten Variante zu verzeichnen. Diese Tatsache läßt deutlich die Notwendigkeit einer optimalen Bewässerung für den Baumwollanbau in der Westtürkei erkennen.

4.4.2.2 Gesamt-P-Aufnahme

Da die vegetativen Organe der Baumwolle geringere P-Mengen enthalten als die generativen, erfolgt die Gesamt-P-Aufnahme in geringem Maße vom Beginn der Vegetation bis zur Kapselbildung. Parallel zur Kapselbildung zeigt die Gesamt-P-Aufnahme nach dem 2. Zeitschnitt in Verbindung mit der Bewässerung einen gewaltigen Anstieg. Beachtenswert ist jedoch der gleichmäßig fortschreitende Verlauf der Gesamt-P-Aufnahme während der generativen Phase (Tabellen 25 und 26). Abgesehen von einigen Abweichungen ist die Abnahme der Gesamt-P-Aufnahme gegen Ende der Vegetation nicht so stark wie bei den übrigen Nährstoffen. Der geringere Abfall der Gesamt-P-Aufnahme ist darauf zurückzuführen, daß der größte Teil der aufgenommenen Phosphorverbindungen hauptsächlich gegen Ende der Kapselausbildung bzw. Kapselreife in die Baumwollsamens verlagert wird. Die abgeworfenen Blätter enthalten nur geringe P-Mengen. Überdies nimmt der Kapselwurf vom Beginn der Kapselausbildung bis zur Kapselreife ständig ab. Deshalb tritt ein gleichmäßiger Verlauf der Gesamt-P-Aufnahme mit einer nur geringen Abnahme gegen Ende der Vegetation in Erscheinung.

Die Zahlen der Tabellen 25 und 26 weisen eine verzögerte Gesamt-P-Aufnahme im Versuchsjahr 1969 im Vergleich zum Wiederholungsjahr 1971 auf.

Unter den Bewässerungsvarianten zeigt die Furchenbewässerung mit 90 mm Wassergabe beim 7. Zeitschnitt mit 0,824 g je Pflanze (das entspricht annähernd 34,6 kg/ha) im Jahre 1971 die höchste Gesamt-P-Aufnahme und die Borderbewässerung mit 50 mm Wassergabe beim gleichen Zeitschnitt mit 0,555 g pro Pflanze (ca. 23,3 kg/ha) die niedrigste. Die zunehmende Tendenz der Gesamt-P-Aufnahme mit steigender Wassergabe hängt mit einer entsprechenden Zunahme der Kapselzahl zusammen.

4.4.2.3 Gesamt-K-Aufnahme

Nach vorliegenden Untersuchungen (11, 20, 83) weicht die Gesamt-K-Aufnahme im Laufe der Vegetation geringfügig von der Stickstoffaufnahme ab. Die Verteilung der aufgenommenen Kaliverbindungen in den vegetativen und genera-

Tabelle 25: Gesamt-P-Aufnahme im Laufe der Vegetation 1969 in g/Pflanze

Behandlung	Vari- ante	Termine											
		24. 6.	17. 7.	22. 7.	28. 7.	1. 8.	5. 8.	7. 8.	14. 8.	16. 8.	21. 8.	2. 9.	27. 9.
A) UFB:													
A ₁ : 80 cm Tiefe	U ₁	0,005	0,128			0,227			0,379		0,817		
A ₂ : 100 cm Tiefe	U ₂	0,009	0,097			0,205			0,329		0,624		
A ₃ : 120 cm Tiefe	U ₃	0,004	0,080			0,192			0,233		0,586		
A ₄ : 140 cm Tiefe	U ₄	0,004	0,112			0,128			0,269		0,372		
B) OFB:													
Border 50 mm	Bo ₅	0,009		0,180			0,283		0,319		0,499		
Border 70 mm	Bo ₆	0,009			0,211			0,342			0,608		
Border 90 mm	Bo ₇	0,009				0,230				0,345	0,457		
Furchen 50 mm	F ₈	0,009		0,103			0,302		0,370		0,466		
Furchen 70 mm	F ₉	0,009			0,200			0,276			0,344		
Furchen 90 mm	F ₁₀	0,009				0,244				0,468	0,438		
C) Beregnung: 50 mm	Be ₁₁	0,009	0,116		0,234			0,345		0,348		0,421	0,571

Tabelle 26: Gesamt-P-Aufnahme im Laufe der Vegetation 1971 in g je Pflanze

Behandlung	Vari- ante	19.6.	7.7.	T e r m i n e	3.8.	17.8.	31.8.	14.9.	28.9.71
A) UFB:									
A ₁ : 80 cm Tiefe	U ₁	0,016	0,106	0,316	0,409	0,466	0,625	0,632	0,538
A ₂ : 100 cm Tiefe	U ₂	0,016	0,103	0,232	0,454	0,491	0,549	0,594	0,610
A ₃ : 120 cm Tiefe	U ₃	0,014	0,060	0,212	0,400	0,729	0,761	0,661	0,565
A ₄ : 140 cm Tiefe	U ₄	0,012	0,062	0,198	0,321	0,577	0,586	0,594	0,492
B) OFB:									
Border 50 mm	Bo ₅	0,013	0,109	0,262	0,520	0,562	0,519	0,555	0,442
Border 70 mm	Bo ₆	0,019	0,117	0,323	0,511	0,574	0,600	0,645	0,490
Border 90 mm	Bo ₇	0,015	0,097	0,311	0,611	0,687	0,630	0,662	0,617
C) Beregnung: 70 mm									
Furchen 50 mm	F ₈	0,015	0,088	0,286	0,512	0,657	0,599	0,628	0,647
Furchen 70 mm	F ₉	0,019	0,105	0,250	0,484	0,612	0,675	0,705	0,686
Furchen 90 mm	F ₁₀	0,018	0,111	0,367	0,567	0,757	0,813	0,824	0,756
D) Standard: 0 mm									
	Be ₁₁	0,021	0,118	0,230	0,423	0,583	0,635	0,624	0,515
	St ₁₂	0,017	0,109	0,199	0,312	0,353	0,305	0,247	0,331

tiven Organen der Baumwolle ist nicht so stark differenziert wie bei den anderen Nährstoffen. Die Aufnahme von N, K, Ca, die im Vergleich zu den anderen Nährstoffen in beträchtlichen Mengen von der Gesamt-Baumwollpflanze aufgenommen werden, erfolgt bis zur Blütenbildung fast deckungsgleich. Nach unseren Untersuchungsergebnissen, die in den Tabellen 27 und 28 wiedergegeben sind, beträgt die durchschnittliche Gesamt-K-Aufnahme vom Beginn der Vegetation bis zur Blütenbildung ca. 50 %; die Hälfte der Gesamt-K-Aufnahme wird also innerhalb 50 - 60 Tagen aufgenommen. Das entspricht dem im Wiederholungsjahr 1971 angegebenen Wert zwischen dem 3. und 4. Zeitschnitt. Die weiteren ca. 25 % der Gesamt-K-Aufnahmen werden während der Kapselausbildung und der Rest beim Reifungsprozeß aufgenommen. Denn das Kalium wird im Verhältnis zu den anderen Nährstoffen für den Aufbau und die Reifung der generativen Organe in größeren Mengen benötigt. Das bestätigen die hohen Gesamt-K-Aufnahmezahlen gegen Ende der Vegetation, die vor Stickstoff und Calcium die erste Stelle einnehmen.

Bei der Unterflurbewässerung verläuft die Gesamt-K-Aufnahme anders als bei den anderen Nährstoffen. Die 80-cm-Verlegetiefe zeigt ein Vorauseilen der Kaliumaufnahme gleich nach der ersten Wassergabe. Wie aus der Tabelle 27 hervorgeht, holt die 100-cm-Variante die 80-cm-Variante beim 4. Zeitschnitt ein. Der 100-cm-Variante folgt die 120-cm-Variante beim 5. Zeitschnitt und schließlich weist die tiefste 140-cm-Variante beim 6. Zeitschnitt die höchste Gesamt-K-Aufnahme auf. Dieses treppenartige Überholen in der Gesamt-K-Aufnahme hängt zweifelsohne mit der Wasserversorgung, mit dem späteren Einsetzen des verstärkten Wachstums und nicht zuletzt mit der Intensität des Blattabfalls sowie des Kapselabwurfes zusammen.

Eine deutliche Überlegenheit der Gesamt-K-Aufnahme zeichnet sich bei den Oberflurbewässerungs-Varianten mit zunehmender Wassergabe ab (Tabelle 27). Während sich eindeutige Unterschiede zwischen Border- und Furchenbewässerungsverfahren erst beim 5. Zeitschnitt erkennen lassen, stellen sich die Differenzen zwischen den unterschiedlichen Wassergaben innerhalb der beiden Bewässerungsverfahren bereits beim 3. Zeitschnitt, nämlich kurz nach der Anwendung der Bewässerung, ein. Sehr interessant sind die unter

Tabelle 27: Gesamt-K-Aufnahme im Laufe der Vegetation 1969 in g/Pflanze

Behandlung	Vari- ante	Termine											
		24.6.	17.7.	22.7.	28.7.	1.8.	5.8.	7.8.	14.8.	16.8.	21.8.	2.9.	27.9.
A) UFB:													
A ₁ : 80 cm Tiefe	U ₁	0,036	1,156			2,562			3,861			7,569	
A ₂ : 100 cm Tiefe	U ₂	0,071	0,959			1,953			3,720			5,795	
A ₃ : 120 cm Tiefe	U ₃	0,035	0,748			2,146			2,689			5,023	
A ₄ : 140 cm Tiefe	U ₄	0,037	1,085			1,298			3,125			3,654	
B) OFB:													
Border 50 mm	Bo ₅	0,073		1,440			2,980		3,188			4,468	
Border 70 mm	Bo ₆	0,078			2,245			3,540				6,318	
Border 90 mm	Bo ₇	0,074				2,262				3,167		4,526	
C) Beregnung: 50 mm													
Furchen 50 mm	F ₈	0,071		1,271			3,233		4,153			4,213	
Furchen 70 mm	F ₉	0,068			1,769			2,668				4,165	
Furchen 90 mm	F ₁₀	0,070				2,520				4,677		5,317	
C) Beregnung: 50 mm													
	Be ₁₁	0,069	0,990		2,080				3,048	3,060		3,752	6,269

Tabelle 28: Gesamt-K-Aufnahme im Laufe der Vegetation 1971 in g/Pflanze

Behandlung	Vari- ante	19. 6.	7. 7.	Termine			17. 8.	31. 8.	14. 9.	28. 9.
				20. 7.	3. 8.					
A) UFB:										
A ₁ : 80 cm Tiefe	U ₁	0,152	0,939	2,659	3,323		5,180	6,543	5,479	5,150
A ₂ : 100 cm Tiefe	U ₂	0,137	0,772	1,556	3,997		5,154	5,907	6,095	4,892
A ₃ : 120 cm Tiefe	U ₃	0,129	0,589	2,015	3,718		7,010	6,414	7,121	4,335
A ₄ : 140 cm Tiefe	U ₄	0,102	0,624	2,043	3,791		6,865	7,093	7,859	4,686
B) OFB:										
B ₀ : 50 mm	Bo ₅	0,112	0,931	2,539	5,286		5,508	6,054	5,955	3,736
B ₁ : 70 mm	Bo ₆	0,151	0,936	2,744	5,478		5,458	6,415	6,746	4,565
B ₂ : 90 mm	Bo ₇	0,109	0,826	3,109	5,921		6,507	7,950	8,359	5,277
Furchen 50 mm	F ₈	0,130	0,756	2,536	4,883		6,448	6,412	6,887	5,937
Furchen 70 mm	F ₉	0,139	0,946	2,455	5,013		6,595	7,251	7,723	6,720
Furchen 90 mm	F ₁₀	0,132	0,803	2,820	5,672		7,440	9,719	8,616	6,974
C) Beregnung: 70 mm										
	Be ₁₁	0,162	0,968	1,869	3,583		5,049	7,159	6,915	4,146
D) Standard: 0 mm										
	St ₁₂	0,133	0,800	1,880	2,648		2,850	3,292	2,605	2,466

den Oberflurbewässerungs-Varianten ausgeprägt erscheinenden Unterschiede zwischen der Menge und der Geschwindigkeit der Gesamt-K-Aufnahme. Während die Furchenbewässerung mit 90 mm Wassergabe die maximale Gesamt-K-Aufnahme bereits beim 6. Zeitschnitt mit 9,719 g je Pflanze (ca. 408 kg/ha) erreicht, nimmt die Borderbewässerung mit 8,359 g je Pflanze (ca. 351 kg/ha) beim 7. Zeitschnitt die zweite Stelle ein. Interessant ist die Feststellung, daß ein früheres und schnelleres Einsetzen der Gesamt-K-Aufnahme mit einer früheren Abnahme verbunden ist (vgl. Oberflurbewässerungs-Variante).

4.4.2.4 Gesamt-Ca-Aufnahme

Im großen Maße befindet sich unter den zweiwertigen Kationen Ca in den vegetativen Teilen (Blatt und Stengel) der Baumwollpflanze. Die Aufnahme- geschwindigkeit des Kalziums hängt, abgesehen von Witterungsverhältnissen, in erster Linie von der Düngung und der Bewässerung ab.

Wie die bereits besprochenen N- und K-Aufnahmen nimmt auch die Gesamt-Ca-Aufnahme entsprechend der Blatt- und Stengelbildung zu. Einen beschleunigten Anstieg zeigen alle Bewässerungsvarianten (ausgenommen die Unterflurbewässerungs-Varianten) nach der Kopfdüngung, die kurz vor der Bewässerung verabreicht wurde. Die starke Zunahme der Gesamt-Ca-Aufnahme fängt allerdings mit dem Bewässerungseinsatz an und erstreckt sich je nach Behandlung bis zum Blattabfall. Die Abnahme der Gesamt-Ca-Aufnahme findet rasch mit Beginn der Reifung statt, da das hauptsächlich in den Blättern und Stengeln aufgenommene Ca während des Reifungsprozesses nicht in die Kapseln verlagert wird. Aus diesem Grunde, wie bei der Besprechung des Nährstoffentzuges angedeutet, werden wird, entzieht die Baumwolle vom Boden keine wesentliche Ca-Menge.

Wie bei der Blattbildung, bedingt durch die Bewässerung, macht sich die Nährstoffversorgung in der Ca-Aufnahme deutlich bemerkbar. Bei der 80-cm-Variante der Unterflurbewässerung erfolgt die Gesamt-Ca-Aufnahme infolge der verhältnismäßig guten Wasserversorgung schneller als bei den übrigen Varianten. Das Einholen der Gesamt-Ca-Aufnahme durch die tieferen Unterflurbewässerungs-Varianten scheint hier nicht so stark ausgeprägt zu sein,

Tabelle 30: Gesamt-Ca-Aufnahme im Laufe der Vegetation 1971 in g/Pflanze

Behandlung	Vari- ante	Termine					3.8.	14.9.	28.9.	
		19.6.	7.7.	20.7.	3.8.	17.8.				
A) UFB:										
A ₁ : 80 cm Tiefe	U ₁	0,117	0,795	2,201	3,067	4,869	5,874	5,022	3,504	
A ₂ : 100 cm Tiefe	U ₂	0,144	0,567	1,497	3,679	4,674	4,642	4,235	2,649	
A ₃ : 120 cm Tiefe	U ₃	0,144	0,546	1,891	3,122	5,017	5,220	5,120	2,555	
A ₄ : 140 cm Tiefe	U ₄	0,105	0,530	1,788	3,281	4,806	5,166	5,344	2,959	
B) OFB:										
B ₀ der 50 mm	Bo ₅	0,121	0,761	2,156	4,092	4,241	4,571	4,006	2,147	
B ₀ der 70 mm	Bo ₆	0,149	0,906	2,168	4,200	4,485	4,672	4,047	2,423	
B ₀ der 90 mm	Bo ₇	0,129	0,723	2,436	4,727	5,061	5,475	5,660	2,496	
Furchen 50 mm	F ₈	0,133	0,658	2,153	3,798	4,997	5,088	4,010	3,949	
Furchen 70 mm	F ₉	0,160	0,869	2,000	4,046	5,158	5,546	5,104	3,186	
Furchen 90 mm	F ₁₀	0,147	0,712	2,209	4,500	5,327	6,361	5,994	3,434	
C) Beregnung: 70 mm										
	Be ₁₁	0,162	1,074	1,708	2,902	4,196	5,288	4,554	3,131	
D) Standard: 0 mm										
	St ₁₂	0,131	0,808	1,681	2,295	2,612	2,346	1,680	1,346	

wie es bei den anderen Nährstoffaufnahmen zu beobachten war. Unter den Bewässerungsvarianten zeichnet sich die Furchenbewässerung mit 90 mm Wassergabe beim 6. Zeitschnitt vor Beginn des Blattabfalls mit der höchsten Ca-Aufnahme von 6,361 g je Pflanze (ca. 257 kg/ha) aus. Der Blattabfall bzw. die Ca-Abnahme tritt nach dem 6. Zeitschnitt ein. Die Verringerung der Gesamt-Ca-Aufnahme schreitet gegen Ende der Vegetation in starkem Maße fort. Weitere Unterschiede der Gesamt-Ca-Aufnahme können aus den Tabellen 29 und 30 abgelesen werden.

4.4.2.5 Gesamt-Mg-Aufnahme

Die Mg-Aufnahme der Baumwolle (Tabellen 31 und 32) liegt niedriger als die Aufnahme von N, K und Ca, aber höher als die P- und Na-Aufnahmen. In Abhängigkeit von Düngung und Bewässerung nimmt die Gesamt-Mg-Aufnahme progressiv zu. Die Aufnahmewerte bewegen sich beim 7. Zeitschnitt innerhalb der Bewässerungsvarianten zwischen 1,817 und 1,012 g je Pflanze, d.h. etwa 76 und 42 kg/ha. Gegen Ende der Vegetation kann eine Stagnation bzw. leichte Abnahme der Mg-Werte beobachtet werden. Da die geschlossenen Kapseln und die Stengel neben den Blättern Lagerstätten des aufgenommenen Magnesiums sind, tritt keine so rasche Verringerung der Mg-Aufnahme wie bei der Gesamt-Ca-Aufnahme ein.

4.4.2.6 Gesamt-Na-Aufnahme

Wie aus den Tabellen 33 und 34 zu entnehmen ist, ist die Gesamt-Na-Aufnahme mengenmäßig gering. Die Zunahme der Gesamt-Na-Aufnahme hängt jedoch von der Gesamttrockenmassebildung ab. Die beim 7. Zeitschnitt im Wiederholungsjahr 1971 (Tabelle 33) innerhalb der Bewässerungsvarianten festgestellten Mittelwerte schwanken zwischen 0,244 und 0,141 g je Pflanze (ca. 10,3 und 4,9 kg/ha). Im Vergleich zu den anderen Kulturpflanzen liegt die Na-Aufnahme sehr hoch. Deshalb zählt die Baumwolle zu den Salz tolerierenden Pflanzen.

Tabelle 31: Gesamt-Mg-Aufnahme im Laufe der Vegetation 1969 in g/Pflanze

Behandlung	Vari- ante	Termine											
		24.6.	17.7.	22.7.	28.7.	1.8.	5.8.	7.8.	14.8.	16.8.	21.8.	2.9.	27.9.
A) UFB:													
A ₁ : 80 cm Tiefe	U ₁	0,009	0,287			0,651			0,798			1,696	
A ₂ : 100 cm Tiefe	U ₂	0,018	0,333			0,485			0,863			1,273	
A ₃ : 120 cm Tiefe	U ₃	0,009	0,196			0,523			0,656			1,273	
A ₄ : 140 cm Tiefe	U ₄	0,009	0,270			0,362			0,795			0,785	
B) OFB:													
B ₅ : 50 mm	Bo ₅	0,016		0,337			0,710		0,739			0,879	
B ₆ : 70 mm	Bo ₆	0,016			0,474			0,838				1,427	
B ₇ : 90 mm	Bo ₇	0,016				0,530				0,824		0,913	
C) Beregnung:													
F ₈ : 50 mm	F ₈	0,017		0,294			0,736		1,039			1,128	
F ₉ : 70 mm	F ₉	0,019			0,401			0,616				1,024	
F ₁₀ : 90 mm	F ₁₀	0,017				0,584				1,206		1,155	
B ₁₁ : Beregnung: 50 mm	Be ₁₁	0,019	0,265		0,506			0,796		0,798		1,081	1,700

Tabelle 32: Gesamt-Mg-Aufnahme im Laufe der Vegetationszeit 1971 in g/Pflanze

Behandlung	Vari- ante	19.6.	7.7.	Termine			17.8.	31.8.	14.9.	28.9.
				20.7.	3.8.					
A) UFB:										
A ₁ : 80 cm Tiefe	U ₁	0,0259	0,1979	0,5924	0,8154	1,1582	1,4424	1,5540	1,286	
A ₂ : 100 cm Tiefe	U ₂	0,0321	0,1897	0,3610	1,0393	1,1314	1,2602	1,2190	1,013	
A ₃ : 120 cm Tiefe	U ₃	0,0285	0,1419	0,4447	0,7604	1,3608	1,3990	1,3428	1,010	
A ₄ : 140 cm Tiefe	U ₄	0,0245	0,1376	0,4549	0,7829	1,4087	1,4371	1,3727	1,113	
B) OFB:										
Border 50 mm	Bo ₅	0,0263	0,2042	0,4973	0,4912	1,1345	1,1688	1,0124	0,815	
Border 70 mm	Bo ₆	0,0339	0,2248	0,6239	0,9696	1,1458	1,2272	1,2082	0,915	
Border 90 mm	Bo ₇	0,0281	0,1701	0,6403	1,1575	1,2339	1,3440	1,4838	1,149	
Furchen 50 mm	F ₈	0,0315	0,1688	0,5152	0,9021	1,2623	1,2323	1,2091	1,412	
Furchen 70 mm	F ₉	0,0359	0,2272	0,5124	1,0114	1,2566	1,3371	1,4339	1,351	
Furchen 90 mm	F ₁₀	0,0361	0,1844	0,6251	1,1501	1,5118	1,7917	1,8168	1,479	
C) Beregnung: 70 mm										
	Be ₁₁	0,0399	0,2591	0,4580	0,7853	1,1220	1,4253	1,2615	1,087	
D) Standard: 0 mm										
	St ₁₂	0,0352	0,2005	0,4765	0,6332	0,6934	0,8312	0,5210	0,583	

Tabelle 33: Gesamt-Na-Aufnahme im Laufe der Vegetation 1969 in g/Pflanze

Behandlung	Vari- ante	Termine											
		24.6.	17.7.	22.7.	28.7.	1.8.	5.8.	7.8.	14.8.	16.8.	21.8.	2.9.	27.9.
A) UFB:													
A ₁ : 80 cm Tiefe	U ₁	0,001	0,019			0,050			0,062			0,250	
A ₂ : 100 cm Tiefe	U ₂	0,002	0,018			0,038			0,069			0,148	
A ₃ : 120 cm Tiefe	U ₃	0,001	0,015			0,046			0,054			0,199	
A ₄ : 140 cm Tiefe	U ₄	0,001	0,023			0,030			0,076			0,118	
B) OFB:													
Border 50 mm	Bo ₅	0,002		0,026			0,052		0,059			0,159	
Border 70 mm	Bo ₆	0,002			0,038			0,057				0,260	
Border 90 mm	Bo ₇	0,001				0,055				0,073		0,143	
Furchen 50 mm													
Furchen 70 mm	F ₈	0,002		0,023			0,053		0,068			0,153	
Furchen 90 mm	F ₉	0,001			0,035			0,047				0,151	
	F ₁₀	0,002				0,055				0,110		0,179	
C) Beregnung: 50 mm													
	Be ₁₁	0,002	0,024		0,051		0,073		0,074			0,097	0,206

Tabelle 34: Gesamt-Na-Aufnahme im Laufe der Vegetation 1971 in g/Pflanze

Behandlung	Vari- ante	19.6.	7.7.	20.7.	3.8.	17.8.	31.8.	14.9.	28.9.
A) UFB:									
A ₁ : 80 cm Tiefe	U ₁	0,0014	0,0161	0,0486	0,0626	0,1305	0,2210	0,1861	0,214
A ₂ : 100 cm Tiefe	U ₂	0,0017	0,0122	0,0258	0,0799	0,0983	0,2222	0,1412	0,130
A ₃ : 120 cm Tiefe	U ₃	0,0019	0,0082	0,0332	0,0814	0,1347	0,1611	0,1424	0,133
A ₄ : 140 cm Tiefe	U ₄	0,0015	0,0097	0,0313	0,0919	0,1593	0,1573	0,2096	0,132
B) OFB:									
Border 50 mm	Bo ₅	0,0017	0,0164	0,0451	0,1091	0,1124	0,1433	0,1452	0,129
Border 70 mm	Bo ₆	0,0021	0,0166	0,0460	0,1041	0,1124	0,1646	0,1979	0,150
Border 90 mm	Bo ₇	0,0016	0,0131	0,0436	0,0974	0,1133	0,1860	0,1881	0,174
Furchen 50 mm	F ₈	0,0019	0,0128	0,0338	0,0884	0,1166	0,1561	0,2020	0,182
Furchen 70 mm	F ₉	0,0023	0,0162	0,0412	0,0897	0,1199	0,1709	0,1813	0,172
Furchen 90 mm	F ₁₀	0,0023	0,0145	0,0489	0,1193	0,1329	0,2368	0,2435	0,224
C) Beregnung: 70 mm	Be ₁₁	0,0025	0,0190	0,0460	0,0845	0,1234	0,2496	0,2091	0,169
D) Standard: 0 mm	St ₁₂	0,0021	0,0163	0,034	0,055	0,0556	0,0905	0,0658	0,061

4.4.3 Nährstoffgehalt der einzelnen Pflanzenteile am Ende der Vegetation

Da in den Nährstoffgehalten der einzelnen Pflanzenteile nur unwesentliche Unterschiede zwischen den Bewässerungsvarianten festgestellt wurden, sollen hier nur die durchschnittlichen Gehaltszahlen für 1969 und 1971 besprochen werden, die in Tabelle 35 angegeben sind.

Wie bei anderen Pflanzen ist bei der Baumwolle eine hohe Nährstoffkonzentration in den generativen Teilen am Ende der Vegetation festzustellen. Der mehrjährige Charakter der Baumwollpflanze wird jedoch andererseits dadurch unterstrichen, daß in den noch nicht abgestorbenen vegetativen Teilen, besonders den Blättern, noch hohe Nährstoffgehalte zur Zeit der Ernte auftreten, die zum Teil den Gehalt der Samen übertreffen. Während die Samen mit 3,9 - 4,3 % die höchsten N-Gehalte und mit 0,5 - 0,6 % die höchsten P-Gehalte aufweisen, ist der Gehalt an K, Ca, Mg und Na in den Blättern höher als in den generativen Teilen.

Betrachtet man die einzelnen Nährstoffe und deren Konzentration in den verschiedenen Pflanzenteilen, so ergibt sich für die Baumwollpflanze am Ende der Vegetation folgendes Bild:

Der Stickstoff ist durch die Proteinbildung mit ca. 4 % N vor allem in den Samen konzentriert, während die Baumwollfasern nur 0,2 - 0,3 % N enthalten. Der N-Gehalt der Blätter liegt bei 2 - 2,4 %, während die Stengel mit ca. 0,6 % unter den Fasern den niedrigsten N-Gehalt aufweisen. Die noch geschlossenen Kapseln, bestehend aus unreifen Samen, Fasern und grünen Kapselhüllen, haben zum Zeitpunkt des ersten Pflückens einen N-Gehalt von ca. 2 %. Die N-Einlagerung bzw. Proteinbildung ist in diesen Pflanzenteilen noch nicht abgeschlossen.

Die Phosphorkonzentration ist mit 0,5 - 0,6 % in den Samen mit Abstand am höchsten. Die geschlossenen Kapseln enthalten nur etwa halb so viel P wie die Samen der reifen Kapseln. Der niedrigste P-Gehalt wurde wiederum in den Fasern mit ca. 0,04 % gefunden. Die Blätter enthalten mit ca. 0,15 % P etwa dreimal so viel P wie die Stengel.

Wie bereits angedeutet, ist die Konzentration der metallischen Nährstoffe

Tabelle 35: Nährstoffgehalte der einzelnen Pflanzenteile der Baumwolle am Ende der Vegetation 1969 und 1971 in %

Nährstoffe	1969						1971			
	Blatt	Stengel	geschl. Kapsel	Faser	Samen	Blatt	Stengel	geschl. Kapsel	Faser	Samen
N %	2,09	0,61	2,08	0,23	4,34	2,39	0,61	1,93	0,25	3,88
P %	0,15	0,06	0,28	0,04	0,55	0,16	0,06	0,23	0,04	0,56
K %	2,58	1,43	1,76	0,08	1,14	1,86	1,25	2,34	0,07	1,18
Ca %	4,28	0,75	0,18	0,13	0,13	4,73	0,54	0,48	0,18	0,15
Mg %	0,93	0,29	0,26	0,12	0,34	0,91	0,25	0,37	0,12	0,34
Na %	0,10	0,10	0,03	0,04	0,02	0,08	0,08	0,03	0,03	0,02

K, Ca, Mg und Na in den vegetativen Teilen höher als in den generativen.

Den höchsten K-Gehalt haben die Blätter mit etwa 2,5 %, während die Fasern und Samen mit ca. 0,7 und ca. 1,2 % die niedrigsten K-Gehalte aufweisen. Stengel und geschlossene Kapseln nehmen mit 1,2 bis 2,4 % K eine weitere Stellung im K-Gehalt ein. Wie bereits bei der Besprechung der Nährstoffaufnahme im Laufe der Vegetation erläutert wurde, ist die Konzentration an Ca bei der Baumwolle im Vergleich zu den anderen Kulturpflanzen sehr hoch und übertrifft zum Teil die des Kalziums.

Es zeigt sich nun hier, daß das Kalzium überwiegend in den Blättern enthalten ist. Mit 4,3 bis 4,7 % im Blatt übertrifft der Ca-Gehalt alle anderen Nährstoffe, während die übrigen Pflanzenteile nur verhältnismäßig geringe Ca-Gehalte haben, die zwischen 0,1 und 0,2 % bei Fasern und Samen und zwischen 0,2 und 0,7 % bei Stengel und geschlossenen Kapseln liegen.

Das Magnesium ist vor allem in den grünen chlorophyllhaltigen vegetativen Teilen konzentriert. Die Blätter haben mit etwa 0,9 % den höchsten Mg-Gehalt. Außerdem ist in den Samen und geschlossenen Kapseln eine Anreicherung von Magnesium zu verzeichnen, die in den reifen Samen mit über 0,3 % der Trockenmasse mehr als doppelt so hoch liegt wie der Ca-Gehalt.

Das Natrium ist in den vegetativen Teilen, Blatt und Stengel, etwa gleichmäßig verteilt und liegt mit etwa 0,1 % mehr als dreimal so hoch wie in den generativen Teilen der Baumwollpflanze.

Zwischen den beiden Jahren sind Unterschiede in den Nährstoffgehalten zu erkennen, die auf den unterschiedlichen Reifegrad der Baumwollpflanzen zu Beginn der Ernte zurückzuführen sind. Zum Beispiel der höhere N-Gehalt der Samen im Jahre 1969 läßt vermuten, daß zur Zeit der Ernte, als die Blätter irrtümlich abgetötet wurden, die Fetteinlagerung in den Samen nicht voll abgeschlossen war und deshalb der Proteingehalt höher lag.

4.4.4 Nährstoffaufnahme der einzelnen Pflanzenteile am Ende der Vegetation

Da die Nährstoffgehalte der einzelnen Pflanzenteile zwischen den Bewässerungsvarianten keine nennenswerten Unterschiede aufweisen, besteht eine enge Beziehung zwischen der am Ende der Vegetation festgestellten Nährstoffaufnahme und der gebildeten Trockenmasse.

Die Nährstoffaufnahme der einzelnen Pflanzenteile vor dem 1. Pflücken gibt Aufschluß über die mengenmäßige Verteilung der einzelnen Nährstoffe in der Baumwollpflanze. Die Nährstoffaufnahmen durch Fasern und Samen beziehen sich nur auf die zu diesem Zeitpunkt bereits geöffneten, also reifen Kapseln, und stellen nur einen Teil der durch die Ernte in mehreren Pflückgängen entzogenen Nährstoffmengen dar. Deshalb werden die Nährstoffentzüge unter Berücksichtigung der Gesamternte unter 4.4.5 gesondert besprochen. Die Nährstoffaufnahmen der einzelnen Pflanzenteile am Ende der Vegetation sind in den Tabellen 36 bis 47 in g je Pflanze angegeben.

4.4.4.1 N-Aufnahme der einzelnen Pflanzenteile

Aus der Tabelle 35 ist deutlich zu erkennen, daß gegen Ende der Vegetationszeit die überwiegende Menge des aufgenommenen Stickstoffs in den generativen Teilen, Samen und geschlossenen Kapseln bzw. deren Inhalt enthalten ist. Die Baumwollfasern enthalten hingegen auf Grund ihres sehr niedrigen Stickstoffgehaltes nur geringe N-Mengen (36 bis 90 mg N je Pflanze). Die in den vegetativen Teilen der Baumwollpflanzen lokalisierten N-Mengen sind im Jahre 1969 zum Zeitpunkt des Erntebeginns (Mitte September) bedeutend höher als 1971. Denn 1969 war der Anteil der vegetativen Pflanzenteile an der gesamten gebildeten Trockenmasse höher wegen der verspäteten Entwicklung und verzögerten Reife. Aus dem gleichen Grunde sind 1969 höhere N-Mengen in den unreifen Kapseln vorhanden als 1971.

Die zum Zeitpunkt des Erntebeginns in der Pflanze vorhandene N-Menge beträgt bei der unbewässerten Variante nur etwa 2,3 g pro Pflanze, während die Pflanzen der Bewässerungsvarianten mindestens doppelt so viel Stick-

stoff aufgenommen haben. Die höchste Gesamt-N-Aufnahme von 8,7 g N wurde 1969 bei der 80-cm-Verlegetiefe der Unterflurbewässerung erreicht. Im allgemeinen ist die Gesamt-N-Aufnahme zu diesem Zeitpunkt 1969 etwas höher als 1971, da der Blattabfall und die Abreife 1969 noch nicht so weit fortgeschritten war wie 1971.

Von größerem Interesse als die Gesamt-N-Aufnahme erscheint jedoch die Verteilung des aufgenommenen Stickstoffs auf die einzelnen Pflanzenteile bzw. die vegetativen und generativen Organe der Baumwolle. Die vegetativen Organe enthalten zum Beginn der Ernte in den meisten Fällen nur noch etwa $\frac{1}{3}$ der Gesamt-N-Aufnahme, während etwa $\frac{2}{3}$ in den reifen und unreifen Kapseln lokalisiert sind. Höhere N-Anteile in den vegetativen Organen deuten eine verzögerte Reife bzw. ein ungünstiges Verhältnis von generativer zu vegetativer Masse an.

Die Berechnungsvariante zum Beispiel hatte 1969 im September noch 50 % des aufgenommenen Stickstoffs in den Blättern und Stengeln, während dieser Anteil bei den meisten Bewässerungsvarianten unter 30 % lag. Auch 1971 weist die Berechnungsvariante mit 41,4 % einen hohen N-Anteil in den vegetativen Organen auf. Vergleicht man die beiden Oberflurbewässerungsverfahren, so stellt man in beiden Jahren bei der Borderbewässerung im Mittel mit 76,7 und 69,3 % höhere N-Anteile in der generativen Masse fest als bei der Furchenbewässerung mit 68,4 und 61,8 %. Die Unterflurbewässerungsvarianten lagen mit durchschnittlich 69,7 % im Jahre 1969 ähnlich wie die Furchenbewässerung, während sie 1971 mit 72,3 % des aufgenommenen N in den generativen Organen alle anderen Bewässerungsverfahren übertreffen.

Vergleicht man die verschiedenen Verlegetiefen der Unterflurbewässerung, so fällt im Jahre 1969 eine deutlich fallende Tendenz im N-Anteil der vegetativen Organe in der Verlegetiefe auf (36,4 % bei 80 cm und 23,3 % bei 140 cm).

Wegen der Überlegenheit der flach verlegten Unterflurbewässerung über die tiefer verlegten in der N-Aufnahme der gesamten Pflanze ist jedoch die absolute N-Menge in den generativen Teilen mit 5,53 g N je Pflanze bei der flach verlegten Unterflurbewässerung höher als bei den tiefer verlegten Unterflurbewässerungs-varianten.

Tabelle 36: N-Aufnahme der verschiedenen Pflanzenteile bei der Ernte 1969 und 1971 in g/Pflanze

Behandlung	Vari- ante	1969				1971					
		Blatt	Stengel	Kapsel	Faser	Samen	Blatt	Stengel	Kapsel	Faser	Samen
A) UFB:											
A ₁ : 80 cm Tiefe	U ₁	2,480	0,690	3,800	0,080	1,650	0,825	0,802	2,188	0,076	1,741
A ₂ : 100 cm Tiefe	U ₂	1,500	0,390	3,010	0,060	1,160	0,521	0,606	1,483	0,086	1,896
A ₃ : 120 cm Tiefe	U ₃	1,080	0,330	2,700	0,090	1,290	0,659	0,520	1,767	0,065	1,508
A ₄ : 140 cm Tiefe	U ₄	0,830	0,280	2,360	0,060	1,240	0,728	0,630	1,576	0,053	1,423
B) OFB:											
B ₅ : 50 mm	Bo ₅	0,760	0,380	2,970	0,040	1,100	0,709	0,502	1,281	0,057	1,404
B ₆ : 70 mm	Bo ₆	1,600	0,430	4,290	0,050	1,550	0,676	0,646	1,865	0,043	1,012
B ₇ : 90 mm	Bo ₇	0,830	0,330	2,840	0,040	1,060	0,713	0,932	1,931	0,069	1,759
Furchen 50 mm	F ₈	1,500	0,490	2,000	0,050	1,270	1,490	1,275	2,353	0,053	1,205
Furchen 70 mm	F ₉	1,200	0,390	3,300	0,070	1,550	0,857	1,222	2,380	0,077	1,867
Furchen 90 mm	F ₁₀	1,550	0,440	2,590	0,040	1,200	1,026	1,538	2,264	0,062	1,746
C) Beregnung: 50 mm											
	Be ₁₁	2,780	0,700	2,560	0,050	0,780	1,164	0,987	1,358	0,060	1,619
D) Standard											
	St ₁₂	--	--	--	--	--	0,394	0,432	0,441	0,036	0,969
		Kapselhüllen		Faser		Samen					

Tabelle 37: N-Aufnahme der vegetativen und generativen Pflanzenteile in g N/Pflanze und % der N-Aufnahme der Gesamtpflanze

Behandlung	Vari- ante	1969				1971					
		Blatt Stengel	%	gen. Teile	%	Gesamt- pflanze	Blatt Stengel	%	gen. Teile	%	Gesamt- pflanze
A) UFB:											
A ₁ : 80 cm Tiefe	U ₁	3,17	36,4	5,53	63,6	8,70	1,63	28,9	4,01	71,1	5,64
A ₂ : 100 cm Tiefe	U ₂	1,89	30,9	4,23	69,1	6,12	1,13	24,6	3,47	75,4	4,60
A ₃ : 120 cm Tiefe	U ₃	1,41	25,7	4,08	74,3	5,49	1,18	26,1	3,34	73,9	4,52
A ₄ : 140 cm Tiefe	U ₄	1,11	23,3	3,66	76,7	4,77	1,36	30,8	3,05	69,2	4,41
	Ø	1,90	30,3	4,38	69,7	6,28	1,33	27,7	3,47	72,3	4,80
B) OFB:											
B ₅ Border 50 mm	Bo ₅	1,14	21,7	4,11	78,3	5,25	1,21	30,6	2,74	69,4	3,95
B ₆ Border 70 mm	Bo ₆	2,03	25,6	5,89	74,4	7,92	1,32	31,1	2,92	68,9	4,24
B ₇ Border 90 mm	Bo ₇	1,16	22,8	3,94	77,2	5,10	1,65	30,5	3,76	69,5	5,41
	Ø	1,44	23,6	4,65	76,4	6,09	1,39	30,9	3,14	69,3	4,53
F ₈ Furchen 50 mm	F ₈	1,99	37,5	3,32	62,5	5,31	2,77	43,4	3,61	56,6	6,38
F ₉ Furchen 70 mm	F ₉	1,59	24,4	4,92	75,6	6,51	2,08	32,5	4,32	67,5	6,40
F ₁₀ Furchen 90 mm	F ₁₀	1,99	34,2	3,83	65,8	5,82	2,56	38,6	4,07	61,4	6,63
	Ø	1,86	31,6	4,02	68,4	5,88	2,47	38,2	4,00	61,8	6,47
C) Beregnung: 50 mm											
	Be ₁₁	3,48	50,7	3,39	49,3	6,87	2,15	41,4	3,04	58,6	5,19
D) Standard											
	St ₁₂	--	--	--	--	--	0,83	36,4	1,45	63,6	2,28

5,19

2,28

1971 besteht bei den Unterflurbewässerungs-Varianten die gleiche Tendenz, die sich bereits in den Gesamt-N-Aufnahmewerten und den absoluten Zahlen für die N-Aufnahme der generativen Teile ausdrückt, während die prozentuale Verteilung des Stickstoffs auf die generativen und vegetativen Teile geringe Unterschiede zwischen den Verlegetiefen aufweist als 1969.

Die Steigerung der Wassergaben wirkt sich wohl bei der Border- als auch bei der Furchenbewässerung 1969 bei 70 mm, 1971 bis 90 mm positiv auf die N-Aufnahme der gesamten Pflanze aus. Die fallende Tendenz des N-Anteiles der generativen Organe bei der Furchenbewässerung mit 90 mm deutet darauf hin, daß diese hohe Wassergabe die Reife verzögerte, also ungünstig auf die Ausbildung der Kapseln wirkte.

4.4.4.2 P-Aufnahme der einzelnen Pflanzenteile

Ebenso wie bei Stickstoff ist die aufgenommene P-Menge am Ende der Vegetationszeit überwiegend in den generativen Teilen der Pflanzen zu finden. (Tabellen 38 und 39), wobei allerdings die Baumwollfasern nur sehr geringe P-Mengen enthalten.

Der aufgenommene Phosphor (330 mg bis 1,1 g je Pflanze) befindet sich zur Zeit des Erntebeginns, von Ausnahmen abgesehen, zu etwa 80 % in den generativen Teilen, während zu dieser Zeit noch etwa 1/3 des Stickstoffs in den vegetativen Organen lokalisiert ist.

Ein höherer Anteil der aufgenommenen P-Menge in den vegetativen Teilen wird wieder bei der Berechnungsvariante besonders ausgeprägt im Jahre 1969 mit 43,9 % festgestellt. Diese Tatsache deutet auf die nachteilige Wirkung der Beregnung auf die Ausbildung der generativen Organe der Baumwolle hin. Die niedrigste P-Aufnahme von 0,331 g pro Pflanze bei der unbewässerten Variante ist mit einem Anteil von 78,9 % in den generativen Organen ähnlich verteilt wie bei den Unterflur- und Oberflurbewässerungsvarianten. Die Unterschiede in der P-Verteilung zwischen den Bewässerungsverfahren sind ähnlich wie bei der N-Verteilung. 1969 hatte die Borderbewässerung im Durchschnitt höhere P-Anteile in den generativen Organen als die Unterflurbewässerung und die Furchenbewässerung. 1971 ist dagegen wegen der

Tabelle 39: P-Aufnahme der vegetativen und generativen Pflanzenteile in g P/Pflanze und % der P-Aufnahme der Gesamtpflanze

Behandlung	Vari- ante	1969			1971						
		Blatt Stengel	%	gen. Teile	Gesamt-Blatt pflanze Stengel	%	gen. Teile	Gesamt- pflanze			
A) UFB:											
A ₁ : 80 cm Tiefe	U ₁	0,255	23,0	0,856	77,0	1,111	0,114	21,2	0,424	78,8	0,538
A ₂ : 100 cm Tiefe	U ₂	0,174	20,2	0,686	79,8	0,860	0,086	14,1	0,524	85,9	0,610
A ₃ : 120 cm Tiefe	U ₃	0,141	17,7	0,654	82,3	0,795	0,110	19,5	0,455	80,5	0,565
A ₄ : 140 cm Tiefe	U ₄	0,083	15,5	0,451	84,5	0,534	0,108	21,9	0,386	78,1	0,494
	Ø	0,163	19,8	0,662	80,2	0,825	0,105	19,0	0,447	81,0	0,552
B) OFB:											
Border 50 mm	Bo ₅	0,068	10,5	0,577	89,5	0,645	0,091	20,6	0,351	79,4	0,442
Border 70 mm	Bo ₆	0,129	14,8	0,740	85,2	0,869	0,106	21,6	0,384	78,4	0,490
Border 90 mm	Bo ₇	0,092	15,0	0,523	85,0	0,615	0,116	18,6	0,509	81,4	0,625
	Ø	0,096	13,5	0,613	86,5	0,709	0,104	20,0	0,415	80,0	0,519
Furchen 50 mm	F ₈	0,141	22,1	0,498	77,9	0,639	0,155	24,0	0,492	76,0	0,647
Furchen 70 mm	F ₉	0,103	18,7	0,449	81,3	0,552	0,140	20,4	0,546	79,6	0,686
Furchen 90 mm	F ₁₀	0,141	23,7	0,454	76,3	0,595	0,164	21,7	0,592	78,3	0,756
	Ø	0,128	21,5	0,467	78,5	0,595	0,153	22,0	0,543	78,0	0,696
C) Beregnung: 50 mm	Be ₁₁	0,306	43,9	0,391	56,1	0,697	0,137	26,6	0,378	73,4	0,515
D) Standard:	St ₁₂	--	--	--	--	--	0,070	21,1	0,261	78,9	0,331

fortgeschritteneren und gleichmäßigeren Abreife aller Varianten kaum ein Unterschied zwischen den Bewässerungsverfahren in der P-Verteilung zu erkennen. Die absolut höchsten P-Aufnahmen wurden 1969 bei den flach verlegten Unterflurbewässerungs-Varianten, 1971 bei der Furchenbewässerung mit hoher Wassergabe erzielt. Die gleichen Varianten hatten auch die höchsten P-Mengen in den generativen Teilen zu verzeichnen, während die höchste P-Menge in den vegetativen Teilen von 306 mg pro Pflanze 1969 bei der Beregnungsvariante auftrat.

4.4.4.3 K-Aufnahme der einzelnen Pflanzenteile

Das aufgenommene Kalium, in der Höhe vergleichbar mit der N-Aufnahme (2,5 bis 8,4 g K je Pflanze), ist gegen Ende der Vegetationszeit vor allem in den grünen Pflanzenteilen, d.h. in Blättern und Stengeln sowie in den unreifen Kapseln enthalten, während die zu diesem Zeitpunkt bereits reifen Fasern und Samen nur etwa 10 % des Kaliums aufweisen.

Die generativen Organe, also Faser und Samen sowie geschlossene Kapseln, enthalten jedoch in den meisten Fällen mehr als die Hälfte des aufgenommenen Kaliums. Die unreifen Kapseln enthalten sogar größere K-Mengen als die Blätter. Das Kalium scheint also beim Reifungsprozeß der Baumwollkapseln eine wichtige Rolle zu spielen.

Der prozentuale Anteil des Kaliums der generativen Organe weist wie bei Stickstoff und Phosphor bei der Beregnungsvariante die niedrigsten Werte auf (1969 36,8 %, 1971 50,4 %). Mit durchschnittlich 62,5 % ist der K-Anteil der generativen Organe bei der Borderbewässerung 1969 deutlich höher als bei der Unterflur- und Furchenbewässerung (50,2 und 52,3 %). 1971 sind die Unterschiede zwischen den Bewässerungsverfahren in der K-Verteilung wie bei den anderen Hauptnährstoffen geringer.

In Abhängigkeit von der gebildeten Trockenmasse wurden 1969 die höchsten K-Aufnahmewerte bei der flach verlegten Unterflurbewässerung, 1971 bei der Furchenbewässerung mit hoher Wassergabe erzielt.

Tabelle 41: K-Aufnahme der vegetativen und generativen Pflanzenteile in g K/Pflanze und % der K-Aufnahme der Gesamtpflanze

Behandlung	Vari- ante	1969				1971			
		Blatt Stengel	%	gen. Teile	%	Gesamt-Blatt Pflanze Stengel	%	gen. Teile	Gesamt- pflanze
A) UFB:									
A ₁ : 80 cm Tiefe	U ₁	4,50	53,8	3,87	46,2	8,37	1,87	36,2	3,28 63,8 5,15
A ₂ : 100 cm Tiefe	U ₂	3,09	48,1	3,34	51,9	6,42	1,97	40,3	2,92 51,7 4,89
A ₃ : 120 cm Tiefe	U ₃	2,89	50,7	2,81	49,3	5,70	1,78	41,0	2,56 59,0 4,34
A ₄ : 140 cm Tiefe	U ₄	1,86	43,5	2,41	56,5	4,27	1,84	39,3	2,85 60,7 4,70
	Ø	3,09	49,8	3,11	50,2	6,20	1,87	39,2	2,90 60,8 4,77
B) OFB:									
Border 50 mm	Bo ₅	1,56	31,3	3,43	68,7	4,98	1,72	45,9	2,02 54,1 3,74
Border 70 mm	Bo ₆	2,71	38,2	4,39	61,8	7,10	1,87	40,9	2,70 59,1 4,57
Border 90 mm	Bo ₇	2,12	42,8	2,84	57,2	4,96	2,42	45,9	2,86 54,1 5,28
	Ø	2,13	37,5	3,55	62,5	5,68	2,00	44,2	2,52 55,8 4,52
Furchen 50 mm	F ₈	2,40	50,3	2,37	49,7	4,77	2,90	48,8	3,04 51,2 5,94
Furchen 70 mm	F ₉	2,07	41,8	2,89	58,2	4,96	2,74	40,7	3,98 59,3 6,72
Furchen 90 mm	F ₁₀	2,94	50,7	2,86	49,3	5,80	2,99	42,9	3,98 57,1 6,97
	Ø	2,47	47,7	2,71	52,3	5,18	2,88	44,0	3,67 56,0 6,55
C) Berechnung: 50 mm									
	Be ₁₁	4,20	63,2	2,45	36,8	6,65	2,06	49,6	2,09 50,4 4,15
D) Standard:									
	St ₁₂	--	--	--	--	--	1,06	42,8	1,41 57,2 2,47

4.4.4.4 Ca-Aufnahme der einzelnen Pflanzenteile

Auf Grund des sehr hohen Ca-Gehaltes der Baumwollblätter ist der überwiegende Anteil des aufgenommenen Ca am Ende der Vegetation in den Blättern zu finden, und zwar bis zu $\frac{4}{5}$ des gesamten Kalziums. Im Vergleich zu den generativen Teilen enthalten außerdem die Stengel der Baumwollpflanze noch beachtliche Ca-Mengen. Addiert man die in den vegetativen Organen lokalisierten Ca-Mengen, so stellt man fest (Tabelle 43), daß 1969 etwa 90 %, 1971 etwa 80 % des aufgenommenen Ca in den vegetativen Organen vorhanden ist. Der höhere Anteil der vegetativen Organe an der Ca-Aufnahme ist darauf zurückzuführen, daß 1969 der Blattabfall zu diesem Zeitpunkt weitaus geringer war als 1971.

Unter den gerativen Teilen enthalten die geschlossenen Kapseln im Vergleich zu Samen und Fasern auf Grund ihres höheren Ca-Gehaltes und ihres hohen Anteils an der Gesamttrockenmasse zu diesem Zeitpunkt bedeutend größere Ca-Mengen.

Wegen der sehr unterschiedlichen Ca-Gehalte der einzelnen Teile der Baumwollpflanze läßt sich aus den prozentualen Anteilen der vegetativen Organe an der Gesamt-Ca-Aufnahme in Verbindung mit dem Blattabfall der Reifegrad der einzelnen Varianten zu diesem Zeitpunkt (Mitte September) ablesen.

Die höchsten Anteile des Ca in den vegetativen Teilen wurden in beiden Jahren bei der Berechnung festgestellt. Das scheint nicht nur durch ein ungünstiges Verhältnis von vegetativer zu generativer Masse, sondern auch durch eine verzögerte Reife durch die Berechnung bedingt zu sein.

Die Borderbewässerung brachte 1969 geringere Ca-Anteile in der vegetativen Masse als die Furchenbewässerung und die Unterflurbewässerung, d.h. diese Bewässerungsart wirkte sich in dem Jahr mit verzögerter Entwicklung und Reife vorteilhaft auf den Reifezeitpunkt aus. 1971 dagegen wurden bei der Unterflurbewässerung niedrigere Ca-Anteile in den vegetativen Organen festgestellt, die Unterflurbewässerung wirkte sich also in einem Jahr mit günstigem Witterungsverlauf nicht reifeverzögernd aus.

Betrachtet man die absoluten Zahlen der Ca-Aufnahme, so stellt man wieder

Tabelle 43: Ca-Aufnahme der vegetativen und generativen Pflanzenteile in g Ca/Pflanze und % der Ca-Aufnahme der Gesamtpflanze

Behandlung	Vari- ante	1969			1971						
		Blatt Stengel	%	gen. Teile	Gesamt- pflanze	%	gen. Teile	Gesamt- pflanze			
A) UFB:											
A ₁ : 80 cm Tiefe	U ₁	5,415	93,6	0,370	6,4	5,785	2,783	79,4	0,721	20,6	3,504
A ₂ : 100 cm Tiefe	U ₂	3,888	92,5	0,315	7,5	4,203	2,119	80,0	0,530	20,0	2,649
A ₃ : 120 cm Tiefe	U ₃	3,609	91,3	0,342	8,7	3,951	2,022	79,1	0,533	20,9	2,555
A ₄ : 140 cm Tiefe	U ₄	2,315	88,6	0,299	11,4	2,614	2,246	75,9	0,713	24,1	2,959
	Ø	3,806	92,0	0,331	8,0	4,138	2,287	78,4	0,624	21,6	2,916
B) OFB:											
Border 50 mm	Bo ₅	1,728	85,8	0,287	14,2	2,015	1,845	86,0	0,301	14,0	2,147
Border 70 mm	Bo ₆	4,004	89,9	0,450	10,1	4,454	1,856	76,6	0,567	23,4	2,423
Border 90 mm	Bo ₇	2,150	85,7	0,358	14,3	2,508	1,963	78,6	0,533	21,4	2,496
	Ø	2,627	87,8	0,365	12,2	2,992	1,888	80,2	0,467	19,8	2,355
Furchen 50 mm											
Furchen 50 mm	F ₈	3,361	92,2	0,293	7,8	3,644	3,403	86,2	0,546	13,8	3,949
Furchen 70 mm	F ₉	2,682	89,4	0,319	10,6	3,001	2,431	76,3	0,755	23,7	3,186
Furchen 90 mm	F ₁₀	3,749	93,7	0,250	6,3	3,999	2,790	81,2	0,644	18,8	3,434
	Ø	3,264	92,0	0,284	8,0	3,548	2,874	81,6	0,648	18,4	3,523
C) Beregnung: 50 mm											
	Be ₁₁	6,093	95,8	0,266	4,2	6,359	2,761	88,2	0,370	11,8	3,131
D) Standard:											
	St ₁₂	--	--	--	--	--	1,061	78,8	0,285	21,2	1,346

die gleichen Unterschiede zwischen den Varianten wie bei den bereits besprochenen Nährstoffen fest.

4.4.4.5 Mg-Aufnahme der einzelnen Pflanzenteile

Das aufgenommene Magnesium (Tabelle 44) ist gleichmäßiger in der Baumwollpflanze verteilt als das Kalzium. Die chlorophyllhaltigen vegetativen Organe enthalten zwar die höchsten Mg-Mengen, jedoch ist bis zu 1/3 des Magnesiums in den generativen Organen zu finden. Im übrigen sind in der Verteilung des Magnesiums allmähliche Unterschiede zwischen den Behandlungen wie bei Kalzium festzustellen. Die Borderbewässerung hatte jedoch 1969 und 1971 niedrigere Mg-Anteile in den vegetativen Organen als die anderen Bewässerungsverfahren. Mit 78,7 bzw. 63,9 % des aufgenommenen Mg in den vegetativen Organen zeigt die Berechnungsvariante wiederum die ungünstige Wirkung dieser Bewässerungsart auf die generativen Organe der Baumwolle. Die Mg-Verteilung der unbewässerten Standardvariante war 1971 ähnlich wie bei den bewässerten Varianten.

4.4.4.6 Na-Aufnahme der einzelnen Pflanzenteile

Das aufgenommene Natrium ist wie die anderen metallischen Nährstoffe gegen Ende der Vegetation zum größten Teil in den vegetativen Organen enthalten, und zwar zu 60 bis 80 %. Während Kalzium und Magnesium jedoch vorwiegend in den Blättern lokalisiert waren, befindet sich der größte Na-Anteil in den Stengeln der Baumwollpflanze besonders im Jahre 1971, dem Jahr, in dem die Blattmasse bereits durch Herabfallen im September reduziert war. Auffallend ist noch die Tatsache, daß das Natrium der generativen Organe auf Faser und Samen etwa gleichmäßig verteilt ist, während bei allen Nährstoffen die Samen größere Mengen enthielten als die Fasern.

Mit 78 % des aufgenommenen Natriums hat die vegetative Masse der Berechnungsvariante in beiden Jahren den höchsten Anteil an der Gesamt-Na-Aufnahme, während die Standardvariante mit 63,1 % die niedrigsten Anteile der vegetativen Pflanzenmasse aufweist.

Tabelle 45: Mg-Aufnahme der vegetativen und generativen Pflanzenteile in g Mg/Pflanze und % der Mg-Aufnahme der Gesamtpflanze

Behandlung	Vari- ante	1969				1971					
		Blatt Stengel	%	gen. Teile	%	Gesamt- pflanze	Blatt Stengel	%	gen. Teile	%	Gesamt- pflanze
A) UFB:											
A ₁ : 80 cm Tiefe	U ₁	1,231	64,8	0,669	35,2	1,900	0,670	54,7	0,616	45,3	1,226
A ₂ : 100 cm Tiefe	U ₂	0,912	66,4	0,504	33,6	1,416	0,520	51,3	0,493	48,7	1,013
A ₃ : 120 cm Tiefe	U ₃	0,932	64,9	0,504	35,1	1,436	0,493	48,8	0,517	51,2	1,010
A ₄ : 140 cm Tiefe	U ₄	0,506	54,0	0,431	46,0	0,937	0,638	57,3	0,475	42,7	1,113
	Ø	0,895	62,9	0,528	37,1	1,422	0,580	53,2	0,525	46,8	1,091
B) OFB:											
Border 50 mm	Bo ₅	0,488	48,5	0,519	51,5	1,007	0,432	53,0	0,383	47,0	0,815
Border 70 mm	Bo ₆	0,909	56,3	0,705	33,7	1,614	0,478	52,2	0,437	47,8	0,915
Border 90 mm	Bo ₇	0,577	56,0	0,453	34,0	1,030	0,563	49,0	0,586	51,0	1,149
	Ø	0,658	54,1	0,559	45,9	1,217	0,491	51,2	0,468	48,8	0,959
C) Berechnung:											
Furchen 50 mm	F ₈	0,858	67,1	0,421	32,9	1,279	0,858	60,8	0,554	39,2	1,412
Furchen 70 mm	F ₉	0,742	61,7	0,460	38,3	1,202	0,714	52,9	0,637	47,1	1,351
Furchen 90 mm	F ₁₀	0,849	66,3	0,432	33,7	1,281	0,777	52,5	0,702	47,5	1,479
	Ø	0,816	65,1	0,437	34,9	1,254	0,783	55,4	0,641	44,6	1,414
D) Standard:											
Berechnung: 50 mm	Be ₁₁	1,416	78,7	0,383	21,3	1,799	0,695	63,9	0,392	36,1	1,087
	St ₁₂	--	--	--	--	--	0,308	52,8	0,275	47,2	0,583

Tabelle 47: Na-Aufnahme der vegetativen und generativen Pflanzenteile in g Na/Pflanze und % der Na-Aufnahme der Gesamtpflanze

Behandlung		Vari- ante	1969				1971					
			Blatt Stengel	%	gen. Teile	%	Gesamt- pflanze	Gesamt- Blatt Stengel	%	gen. Teile	%	Gesamt- pflanze
A) UFB:												
A ₁ : 80 cm Tiefe	U ₁	0,207	76,4	0,064	23,6	0,271	0,165	77,1	0,049	22,9	0,214	
A ₂ : 100 cm Tiefe	U ₂	0,114	70,4	0,052	29,6	0,166	0,094	70,2	0,040	29,8	0,134	
A ₃ : 120 cm Tiefe	U ₃	0,161	73,5	0,058	26,5	0,219	0,092	68,7	0,042	31,3	0,134	
A ₄ : 140 cm Tiefe	U ₄	0,088	64,2	0,049	35,8	0,137	0,103	73,6	0,037	26,4	0,140	
	Ø	0,143	71,9	0,056	28,1	0,199	0,114	73,1	0,042	26,9	0,156	
B) OFB:												
B ₅ Border 50 mm	Bo ₅	0,114	65,5	0,061	34,5	0,175	0,095	73,6	0,034	26,4	0,129	
B ₆ Border 70 mm	Bo ₆	0,199	70,3	0,084	29,7	0,283	0,111	74,0	0,039	26,0	0,150	
B ₇ Border 90 mm	Bo ₇	0,101	64,3	0,056	35,7	0,157	0,129	74,1	0,045	25,9	0,174	
	Ø	0,138	67,3	0,067	32,7	0,205	0,112	74,2	0,039	25,8	0,151	
Furchen 50 mm		F ₈	0,127	75,2	0,042	24,8	0,169	0,142	78,0	0,040	22,0	0,182
Furchen 70 mm	F ₉	0,118	68,6	0,054	31,4	0,172	0,112	65,1	0,060	34,9	0,172	
Furchen 90 mm	F ₁₀	0,141	72,7	0,053	27,3	0,194	0,165	73,7	0,059	26,3	0,224	
	Ø	0,129	72,1	0,050	27,9	0,179	0,140	72,5	0,053	27,5	0,193	
C) Beregnung: 50 mm		Be ₁₁	0,174	78,4	0,048	21,6	0,222	0,133	78,7	0,036	21,3	0,169
D) Standard:		St ₁₂	--	--	--	--	--	0,039	63,9	0,022	36,1	0,061

4.4.5 Nährstoffentzüge der Baumwolle von 1969 und 1971

Wie anhand der Nährstoffaufnahme während der Vegetation gezeigt, hat die Baumwolle beim intensiven einjährigen Anbau unter Bewässerung einen sehr hohen Bedarf an Nährstoffen. Maximal wurden bis zu 280 kg N, 35 kg P, 400 kg K, 250 kg Ca, 75 kg Mg und 10 kg Na je ha aufgenommen. Ohne Bewässerung lagen die Aufnahmezahlen jedoch weniger als halb so hoch. Die Standardvariante hatte eine Aufnahme von etwa 120 kg N, 15 kg P, 135 kg K, 110 kg Ca, 35 kg Mg und 4 kg Na pro ha zu verzeichnen. Da bei der Baumwolle nur der Inhalt der reifen Kapseln, Fasern und Samen geerntet wird, also nur ein Teil der gebildeten Trockenmasse das Feld verläßt, sind die Nährstoffentzüge weitaus geringer als die Nährstoffaufnahme bzw. der Nährstoffbedarf der Baumwolle.

Auch können die Nährstoffentzüge bei der Baumwolle nicht aus den unter 4.4.4 erörterten Nährstoffverteilungen auf die verschiedenen Pflanzenteile zu Beginn der Ernte berechnet werden, da die generativen Teile der Pflanze nach und nach abreifen, in mehreren Pflückgängen geerntet wird und in Abhängigkeit von der Witterung in mehr oder weniger großer Menge der generativen Teile der Baumwollpflanze nicht genutzt werden kann, sondern auf dem Feld verbleibt.

Die Nährstoffentzüge wurden aus der tatsächlich geernteten Trockenmasse an Fasern und Samen und deren Nährstoffgehalt berechnet und in den Tabellen 48 und 49 für die beiden Versuchsjahre getrennt zusammengestellt. Wegen der nur geringen Unterschiede im Nährstoffgehalt der Erntesubstanz zwischen den Bewässerungsvarianten ist eine deutliche Parallelität zwischen Nährstoffentzug und Ertrag festzustellen.

4.4.5.1 N-Entzüge der Baumwolle

Es wurde bei der Besprechung der Nährstoffaufnahme der einzelnen Pflanzenteile bereits gezeigt, daß der größte Teil des aufgenommenen Stickstoffs gegen Ende der Vegetation in den generativen Teilen insbesondere den Samen zur Proteinbildung verlagert wird. Die Fasern der Baumwollsamens dagegen

enthalten nur sehr geringe N-Mengen, und der N-Entzug durch die Fasern fällt kaum ins Gewicht. Im höchsten Fall betrug der N-Entzug durch die Faserernte 5,6 kg N pro ha. 20 bis 30 kg/ha und höhere N-Mengen wurden durch die proteinreichen Baumwollsaamen entzogen.

Vergleicht man die N-Entzugszahlen der Fasern und Samen mit den unter 4.4.2.1 genannten N-Aufnahmewerten, so kommt man zu dem Ergebnis, daß im höchsten Fall, d.h. bei einem hohen Samenanteil an der gesamt gebildeten Trockenmasse, bis zu 45 % der N-Aufnahme als N-Entzug in Erscheinung treten. Das bedeutet, daß mehr als die Hälfte des aufgenommenen Stickstoffs in jedem Fall durch das Einpflügen der abgeernteten Baumwollpflanze dem Boden wieder zugeführt wird.

Entsprechend den Ertragszahlen, die unter 4.3 beschrieben wurden, sind die N-Entzüge 1969 (20 bis 72 kg N je ha) nur etwa halb so hoch wie 1971 (48 bis 130 kg pro ha).

Der höchste N-Entzug wurde 1969 mit 71,8 kg N pro ha bei der flach verlegten Unterflurbewässerung (80 cm) erzielt, während 1971 die Furchenbewässerung mit 90 mm Wassergabe mit fast 131 kg N pro ha alle anderen Varianten im N-Entzug ebenso wie im Ernteertrag übertraf.

Während 1969 eine deutliche Abnahme des N-Entzuges mit der Verlegetiefe der Unterflurbewässerung zu verzeichnen ist (von 72 auf 53 kg/ha N), hatten alle Verlegetiefen 1971 sehr ähnliche N-Entzugszahlen (104 bis 107 kg/ha N).

Bei den Oberflurbewässerungs-Varianten ist zu verzeichnen, daß, abgesehen von der Furchenbewässerung, 1971 die mittlere Wassergabe von 70 mm jeweils die höchsten N-Entzüge bewirkte.

Abgesehen von der unbewässerten Variante wurden durch die Beregnungsvariante in beiden Jahren die niedrigsten N-Entzüge erreicht. Die Borderbewässerung war in dem günstigen Jahr 1971 der Furchenbewässerung und der Unterflurbewässerung unterlegen.

4.4.5.2 P-Entzüge der Baumwolle

Während beim Stickstoff nur knapp die Hälfte der N-Aufnahme als Entzug erscheint, liegt der Anteil des Entzuges an der Gesamt-P-Aufnahme mit 7 bis 19 kg/ha P im allgemeinen etwas über 50 %, bedingt durch den hohen P-Gehalt der Baumwollsamen. Das heißt, nur knapp die Hälfte des aufgenommenen Phosphors verbleibt nach der Ernte auf dem Felde.

Diese Tatsache unterstreicht die Wichtigkeit der P-Düngung beim intensiven Baumwollanbau.

Die Unterschiede zwischen den Bewässerungsvarianten im P-Entzug sind wie bei den anderen Nährstoffen vor allem von der Höhe der Samenerträge abhängig, wie bei den N-Entzügen bereits beschrieben.

4.4.5.3 K-, Ca-, Mg- und Na-Entzüge der Baumwolle

Die Entzüge der metallischen Nährstoffe unterscheiden sich deutlich von den N- und P-Entzügen in ihrem Anteil an der Aufnahme der ganzen Pflanze. Während etwa die Hälfte des aufgenommenen N und P durch die Baumwollernte entzogen wird, beträgt der Anteil des Entzuges an der Aufnahme beim Kalium, Magnesium und Natrium 12 bis 15 % und beim Ca nur etwa 3 %.

Es wurden also von den sehr hohen aufgenommenen K-Mengen (bis 408 kg/ha K) höchstens 50 kg/ha K entzogen, von den aufgenommenen Ca-Mengen (bis 257 kg/ha Ca) nur 3 bis 8 kg/ha, von 35 bis 76 kg/ha aufgenommenem Mg nur 5 bis 12 kg, und von 5 bis 10 kg/ha Na nur 0,4 bis 1,2 kg.

Dieses weite Verhältnis von Entzug zu Aufnahme (1 : 7 bis 1 : 30) der metallischen Nährstoffe ist darin begründet, daß ihre Anreicherung bei der Baumwolle in den vegetativen grünen Teilen bedeutend höher ist als in den generativen Organen. Die Baumwolle scheint jedoch hohe Mengen insbesondere an Kalium und Kalzium für ihr vegetatives Wachstum und damit als Voraussetzung für die Ertragsbildung zu benötigen, von denen nur geringe Anteile im Entzug durch Fasern und Samen in Erscheinung treten. Es ist also wegen der geringen Entzüge einerseits nicht mit einer raschen Verarmung des Bodens an K, Ca, Mg und Na durch intensiven Baumwollanbau zu rechnen, anderer-

seits aus den hohen Aufnahmewerten für diese Nährstoffe ersichtlich, wie wichtig die ausreichende Versorgung der Baumwolle mit diesen Nährstoffen ist. Ein hoher Versorgungsgrad des Bodens mit metallischen Nährstoffen ist also Voraussetzung für einen erfolgreichen, intensiven Baumwollanbau, obwohl in verhältnismäßig geringen Mengen diese Nährstoffe durch den Baumwollertrag entzogen werden.

Die Entzugszahlen von K, Ca, Mg und Na bestätigen in ihren Unterschieden zwischen den Bewässerungsvarianten die Ertragsunterschiede. Beachtenswert erscheint noch die Verteilung dieser Nährstoffe auf die beiden Ertragskomponenten Faser und Samen. Während sich der Stickstoffentzug auf Faser und Samen etwa im Verhältnis von 1 : 30 und der P-Entzug im Verhältnis von etwa 1 : 25 verteilt, ist bei den metallischen Nährstoffen eine stärkere Einlagerung in die Baumwollfasern zu verzeichnen. Das Verhältnis der Verteilung auf Faser und Samen liegt bei Kalium bei etwa 1 : 4, bei Ca bei 1 : 2-3, beim Mg bei 1 : 5-7, beim Natrium bei etwa 1 : 2.

5. DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Die vorliegenden Ergebnisse über die Wirkung verschiedener Bewässerungsverfahren auf die Ertragsbildung und Nährstoffaufnahme der Baumwolle wurden 1969 und 1971 in einem Bewässerungsversuch gewonnen, der 1969 auf der Bewässerungsstation Menemen in der Westtürkei, also einem Gebiet mit Winterniederschlag und trockenen, heißen Sommern angelegt wurde. In der zweijährigen Fruchtfolge - Baumwolle-Weizen-Bohnen-Winterzwischenfrucht zu Gründüngung - steht die Baumwolle als Hauptbewässerungskultur dieses Gebietes an erster Stelle. Während Weizen und Winterzwischenfrucht vorwiegend aus den Winterniederschlägen mit Wasser versorgt werden, sind Baumwolle und Bohnen als Sommerfrüchte auf die Bewässerung während der Sommermonate angewiesen. Um die Wirkung verschiedener Bewässerungsverfahren auf die Ertragsbildung und Nährstoffaufnahme zu untersuchen, erscheint die Baumwolle besonders geeignet, da sie einen hohen Wasserbedarf während der langen Vegetationszeit hat und als Kulturpflanze mit mehrjährigem Charakter beim einjährigen Anbau sehr empfindlich auf unterschiedliche Wasserversorgung reagiert. Die Bewässerung der Baumwolle darf deshalb nicht nur als Mittel zur reichlichen Wasserversorgung betrachtet werden, sondern die Dosierung und Verteilung des Bewässerungswassers beeinflusst den Verlauf der Entwicklung, des Wachstums und der Ertragsbildung weitgehend.

Da die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Bodens in den ersten Jahren der Versuchsdurchführung nur in geringem Maße durch die Anwendung verschiedener Bewässerungsverfahren verändert wurden, wie in der Arbeit von Imamoglu (88) gezeigt wird, können die Unterschiede im Wachstum der Ertragsbildung der Nährstoffaufnahme der Baumwolle nicht durch Veränderungen im Boden erklärt werden, sondern müssen in erster Linie auf die direkte Wirkung der Wasserversorgung durch die angewendeten Bewässerungsverfahren zurückgeführt werden.

Die Ergebnisse des Jahres 1969 stammen aus einem neu angelegten Versuch, die Aussaat erfolgte 1969 bedingt durch kühle Frühjahrswitterung spät und die Beobachtungen und Messungen wurden im ersten Jahr wegen technischer Schwierigkeiten nicht in vollem Umfang durchgeführt. Deshalb ist den Ergebnissen aus dem Jahre 1969 eine geringere Aussagekraft

zuzumessen als den Ergebnissen des Jahres 1971. Auf die ungünstigen Voraussetzungen im Jahr 1969 wurde deshalb bei der Beschreibung der Versuchsergebnisse bereits mehrfach hingewiesen.

Die Untersuchungen von Alyari (11), die im gleichen Gebiet der Westtürkei durchgeführt wurden, haben gezeigt, daß immer dann hohe Baumwollerträge erzielt werden, wenn erreicht wird, daß die Baumwollpflanze von Beginn der Vegetationszeit an sich kräftig und schnell entwickelt. Die rasche Bildung einer großen vegetativen Masse ist Voraussetzung für die optimale und rechtzeitige Ausbildung der generativen Pflanzenteile, also für hohe Baumwollerträge. Zur Erreichung dieser Voraussetzung hat neben der Sortenwahl und der Nährstoffversorgung durch Düngung die Wasserversorgung die größte Bedeutung.

Im folgenden sollen deshalb die einzelnen Bewässerungsverfahren anhand der beschriebenen Versuchsergebnisse diskutiert werden, inwieweit sie für eine optimale Wasserversorgung der Baumwolle unter den ökologischen Verhältnissen der Westtürkei geeignet sind. Dabei sind entsprechend der Fragestellung (Seite 10) nicht nur die erzielten Erträge, sondern auch die zeitliche Trockenmassebildung und Nährstoffaufnahme sowie Messungen an der wachsenden Pflanze als Kriterien anzuwenden.

Unter den verschiedenen Verlegetiefen der Unterflurbewässerung hat sich bei der Betrachtung der Ergebnisse herausgestellt, daß mit Verringerung der Verlegetiefe eine zeitliche Vorverlegung der Bewässerungswirkung verbunden ist. Die Variante mit nur 80 cm Verlegetiefe zeigte im allgemeinen die günstigste Wirkung auf Entwicklung und Wachstum der Baumwollpflanze. Sowohl die Bildung der vegetativen Masse, die durch Feststellung von Blattzahlen, Pflanzenhöhen, Verzweigungszahlen und Trockenmassebildung verfolgt wurde, als auch die Bildung der generativen Pflanzenteile verlief bei der flach verlegten Unterflurbewässerung nicht nur quantitativ günstiger, sondern vor allem auch früher. Dadurch wurde der Anteil des ersten Pflückganges am Gesamtertrag und damit die Qualität des Erntegutes erhöht.

Die folgende Zusammenstellung einiger Daten zeigt deutlich die beschriebenen Vorteile der flach verlegten Unterflurbewässerung im Vergleich zu den tiefer verlegten Strängen.

Entwicklung der Baumwolle bei Unterflurbewässerung verschiedener Verlegetiefe

Verlegetiefe der UFB	Pflanzenhöhe am 20. 7. 71	Anzahl der Seitentriebe am 3. 8. 71	Blattzahl am 20. 7. 71	Kapselzahl/ Pflanze am 31. 8. 71	Reife Kapseln pro Pflanze am 28. 9. 71
80 cm	77	13, 8	103	36, 5	13, 3
100 cm	75	11, 7	76	30, 3	11, 3
120 cm	68	11, 3	90	23, 3	10, 5
140 cm	73	9, 5	84	23, 3	12, 8

Aus einer Vielzahl von Untersuchungen (11, 20, 64, 92, 118, 143, 170) ist bekannt, daß beim ersten Pflückgang die höchsten Faseranteile am Gesamtertrag und die höchste Faserqualität erzielt werden. Fröhreife bzw. die Gewinnung des Hauptanteiles des Ertrages zu einem möglichst frühen Zeitpunkt (erster Pflücktermin) ist außerdem besonders in Gebieten wie der Westtürkei mit begrenzter Vegetationszeit anzustreben, da der später abreifende Ertragsanteil oft durch den Beginn der Winterregenzeit qualitativ stark gemindert werden kann. In manchen Jahren ist überhaupt kein zweiter Pflückgang möglich.

Nachdem sich unter den verschiedenen Verlegetiefen der Unterflurbewässerung die Variante mit nur 80 cm Verlegetiefe als besonders vorteilhaft für die Wasserversorgung der Baumwolle herausgestellt hat, ist die Frage zu beantworten, ob diese beste Unterflurbewässerungs-Variante und die Beregnung mit üblichen Bewässerungsmethoden konkurrieren können. Hierbei müssen wieder die frühe Entwicklung und die Fröhreife neben der Ertragshöhe als Kriterien herangezogen werden. Aus der folgenden Zusammenstellung ist zu erkennen, daß die Unterflurbewässerung besonders in der Blattbildung, aber auch in der Pflanzenhöhe und Verzweigungszahl zu einem frühen Zeitpunkt den anderen Bewässerungsverfahren deutlich überlegen ist. Auch die frühere Ausbildung von mehr generativen Organen ist im Vergleich mit allen Oberflurbewässerungs-Varianten ausgeprägt.

Eine frühere Reife bei der Unterflurbewässerung und der Furchenbewässerung zeichnet sich ab. Anhand der Ertragszahlen (Tabellen 16 und 17) wird sehr deutlich, daß die flach verlegte Unterflurbewässerung in beiden Jahren

Entwicklung der Baumwolle bei verschiedenen Bewässerungsverfahren mit gleicher Wassergabe (70 mm)

Bewässerungs- verfahren	Pflanzen- höhe am 20. 7. 71	Anzahl der Seitentriebe am 3. 8. 71	Blattzahl am 20. 7. 71	Kapselzahl am 31. 8. 71	Reife Kapseln pro Pflanze am 28. 9. 71
UFB 80 cm	77	13,8	103	36,5	13,3
Beregnung	70	12,1	69	29,9	12,1
Furche	70	13,9	79	26,2	13,7
Border	76	12,7	83	25,0	10,1

beim ersten Pflückgang im Ertrag allen anderen Bewässerungsverfahren hoch überlegen ist. Im Gesamtertrag wurde die Unterflurbewässerung in dem Jahr mit günstiger Erntewitterung 1971 zwar von der Furchenbewässerung durch Mehrerträge zu späteren Pflückterminen eingeholt, jedoch scheint für die Ertragssicherung auch in ungünstigen Jahren die Unterflurbewässerung besonders geeignet zu sein.

Die Beregnung hingegen als weitere neue Bewässerungsmethode im Baumwollanbau bleibt in ihrer Wirkung auf den Ertrag der Baumwolle in beiden Versuchsjahren weit hinter den übrigen Verfahren zurück. Sie mag bei anderen Kulturpflanzen auch mit den Witterungsverhältnissen der Westtürkei einsetzbar sein. Bei der Baumwolle zeigte die Beregnung jedoch negative Einflüsse, die von der Schädigung der Blüten und Kapseln bis zur Begünstigung von Krankheitsbefall reichten, abgesehen von den bekannten Nachteilen der Beregnung bei hohen Temperaturen und hoher Sonneneinstrahlung. Im Baumwollanbau kann die Beregnung aus diesen Gründen nur in trockenen Frühjahrern zur Förderung der Keimung als Startbewässerung in Frage kommen.

Betrachtet man die Bewässerung allgemein im Vergleich zur unbewässerten Standardvariante, so muß eindeutig festgestellt werden, daß quantitativ und qualitativ hohe Erträge in der Westtürkei nur mit Bewässerung erzielt werden können. Ohne Bewässerung ist nur etwa ein Drittel, in niederschlagsreichen Jahren vielleicht die Hälfte des möglichen Ertrages zu erreichen.

Bei der Betrachtung der Nährstoffaufnahme und der Nährstoffentzüge wurde festgestellt, daß die Baumwolle einen hohen Bedarf an Nährstoffen hat, insbesondere, wenn durch geeignete Bewässerungsverfahren große Pflanzenmassen gebildet werden. Die Nährstoffentzüge hingegen stellen nur einen geringen Anteil der Aufnahme dar und durch das Belassen der vegetativen Pflanzenmasse auf dem Feld werden dem Boden große Nährstoffmengen wieder zugeführt. Bei der Düngung sollte jedoch immer berücksichtigt werden, daß hohe Mengen pflanzenverfügbarer Nährstoffe zur Erzeugung der angestrebten Gesamt-Trockenmassebildung notwendig sind, die nicht allein aus der eingepflügten organischen Masse gedeckt werden können. In Verbindung mit der Einführung von neuen Bewässerungsverfahren erscheinen in jedem Falle Düngungsversuche für notwendig, besonders dann, wenn wie bei der Unterflurbewässerung das Wasser als Transportmittel von Nährstoffen nicht mehr wie bei anderen Verfahren von oben, sondern von unten an die Pflanzenwurzeln herangeführt wird. Die Verabfolgung der Grunddüngung ist dabei weniger problematisch. Sie kann vor oder während der Winterregensperiode verabfolgt und in den Oberboden eingearbeitet werden. Eine Kopfdüngung von Stickstoff dagegen nach dem Austrocknen der obersten Bodenschicht erscheint bei Anwendung der Unterflurbewässerung nicht ratsam, zumal die Wurzeln bei Zuführung des Wassers von unten stärker in tieferen Schichten sich ausbreiten. Eine Zuführung von Stickstoff mit dem Bewässerungswasser oder durch Blattdüngung muß deshalb in Erwägung gezogen werden. Untersuchungen über die Methode der Düngerausbringung auf den Unterflurbewässerungs-Versuchsflächen in der Menemen-Ebene sollten daher in Angriff genommen werden. Obwohl die Unterflurbewässerung durch die vorliegenden Untersuchungen aus pflanzenbaulicher Sicht große Vorteile gegenüber anderen Bewässerungsverfahren, nicht zuletzt auch unter dem Gesichtspunkt Wasserersparnis, bietet, wirft sie eine Vielzahl von Fragen auf, die geklärt sein müssen, bevor dieses Verfahren in die Praxis eingeführt werden kann.

In der Türkei, einem Gebiet mit Winterniederschlägen, die für die Jugendentwicklung der Baumwolle ausreichen, wo die Bewässerung also erst verhältnismäßig spät zum Einsatz kommt, ist die Wirkung der Bewässerung

auf den Boden natürlich ganz anders als in Bewässerungsgebieten mit weit niedrigeren Niederschlägen. Ob die Unterflurbewässerung also auch bei trockenem Oberboden zur Bewässerung von Beginn der Vegetationszeit wirksam ist, muß eindeutig geklärt werden. Außerdem ist zu prüfen, ob sich die Unterflurbewässerung auch auf den schwereren Böden bewährt, wo sie zum Beispiel die nachteilige Wirkung der Oberflächenbewässerung durch Verschlammung weitgehend ausschalten könnte. Probleme der Bodenversalzung erscheinen in der Türkei ebenfalls von untergeordneter Bedeutung, während sie in trockeneren Gebieten als vorrangig zu betrachten sind.

Bei genügend hohen Winterniederschlägen und Unterflurbewässerung im Sommer, also bei wechselweiser Zuführung des Wassers von oben und unten, wobei die verlegten Kunststoffrohre einmal zur Bewässerung und einmal als Dränage wirken können, erscheint die Versalzungsgefahr minimal. In trockeneren Gebieten dagegen wäre wahrscheinlich von Zeit zu Zeit eine Auswaschung durch eine hohe Wassergabe von oben notwendig, um angereicherte Salze zu entfernen.

Trotz offener Fragen kann gesagt werden, daß sich die Unterflurbewässerung im Feldversuch auf einem Standort mit leichtem Boden, der für große Teile der Menemen-Ebene als repräsentativ angesehen werden kann, durchaus bewährt hat, während die Beregnung keinerlei Vorteile, sondern eher Nachteile im Vergleich zur üblichen Bewässerung hat.

In Verbindung mit einer großflächigen Einführung der Unterflurbewässerung in der Menemen-Ebene sind je loch weitere Fragen zu klären bzw. zu überlegen, die für einen rentablen Einsatz dieses Bewässerungsverfahrens ausschlaggebend sein können.

In arbeitswirtschaftlicher Hinsicht scheint die Unterflurbewässerung im Vergleich zur Furchenbewässerung Vorteile zu bieten, wenn die Anlage einmal installiert ist. Nach Betrachtungen von Mertin (117 b) konnten die Arbeitskosten für die Bewässerung der Baumwolle durch die Unterflurbewässerung auf weniger als ein Drittel reduziert werden, während die Kosten für die Wartung und Reparaturen nur wenig höher lagen als bei der Furchenbe-

wässerung. Dabei ist noch nicht berücksichtigt, daß bei der Unterflurbewässerung auch das Planieren der Furchen der Dämme nach der Ernte und somit ein bedeutender Aufwand an Arbeit und Maschineneinsatz bei der Bodenbearbeitung für die Folgefrucht entfällt. Diese Erleichterung der Bodenbearbeitung nach der Baumwollernte würde sich in Verbindung mit der früheren Reife der Baumwolle auf den Aussaattermin der Folgefrucht, sei es Getreide oder Winterzwischenfrucht, vorteilhaft auswirken. Der Einsatz von größeren Maschinen könnte ebenfalls bei Einführung der Unterflurbewässerung ermöglicht werden, denn durch die mögliche Verringerung der Kanäle würden die Parzellen größer.

Da die Arbeitslöhne in der Türkei in den letzten Jahren stark gestiegen sind, ist auch zu überlegen, ob in Zukunft die Baumwolle wie bisher in mehreren Pflückgängen geerntet werden kann. Mit Sicherheit ist in vielen Fällen bereits jetzt der dritte oder vierte Pflückgang unrentabel, wenn bereits 70 bis 80 % des Ertrages beim ersten Pflücken geerntet worden sind. Da die Unterflurbewässerung den Vorteil der früheren Reife bietet, ist die Ausbeute beim ersten Pflücken besonders hoch, und man könnte eher auf weitere Pflückgänge verzichten als bei anderen Bewässerungsverfahren. Eine frühere und gleichmäßigere Abreife wäre im Hinblick auf die Einführung von Erntemaschinen zu begrüßen. Die Ernte mit Pflückmaschinen wäre außerdem auf Flächen ohne Furchen leichter durchführbar als bei Flächen mit Furchenbewässerung.

Letztlich wird die großflächigere Einführung der Unterflurbewässerung davon abhängen, ob die Anlage rentabel gestaltet werden kann. Es bleibt zu prüfen, ob die Vorteile der Unterflurbewässerung die verhältnismäßig hohen Kosten für die Verlegung von Folien und Bewässerungsrohren rechtfertigen. Dabei müssen alle bodenkundlichen, pflanzenbaulichen, arbeitswirtschaftlichen und technischen Aspekte auf dem betreffenden Standort berücksichtigt werden.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen eines DFG-Sonderforschungsbereiches über Bewässerungsprobleme in Trockengebieten und in Verbindung mit der bestehenden Partnerschaft zwischen den landwirtschaftlichen Fakultäten Gießen und Izmir wurden seit 1968 vergleichende Untersuchungen über die Wirkung verschiedener Bewässerungsverfahren (Furche-, Border- und Unterflurbewässerung sowie Beregnung) in der Menemen-Ebene der Westtürkei durchgeführt. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit den pflanzenbaulichen Aspekten dieser Untersuchungen.

Die 1969 und 1971 auf dem Versuchsfeld der staatlichen Bewässerungsstation in der Nähe der Stadt Menemen mit Baumwolle, der Hauptbewässerungskultur des Gebietes, gewonnenen Erkenntnisse werden zur Beurteilung der verschiedenen Bewässerungsverfahren herangezogen, wobei neben den erzielten Erträgen die Entwicklung, das Wachstum und die Nährstoffaufnahme als Kriterien angewandt werden. Da in den ersten Jahren nach der Anlage des Bewässerungsversuches keine bedeutenden Veränderungen der physikalischen und chemischen Bodeneigenschaften durch die unterschiedliche Bewässerung nachgewiesen wurden, kann die Wirkung der verschiedenen Bewässerungsverfahren auf den Baumwollbestand nur als Folge unterschiedlicher Wasserversorgung der Pflanze angesehen werden.

Die Ergebnisse können wie folgt zusammengefaßt werden:

A) Vegetative Entwicklung der Baumwolle

1. Unter den Unterflurbewässerungsvarianten (80, 100, 120 und 140 cm) hatte die Verlegetiefe von nur 80 cm die günstigste Wirkung auf das vegetative Wachstum der Baumwolle. Sowohl die Pflanzenhöhe als auch die Verzweigungszahl und die Blattzahl entwickelten sich bei der flach verlegten Unterflurbewässerung früher als bei den tiefer verlegten Strängen und erreichten die höchsten Werte.
2. Die Unterflurbewässerungs-Variante 80 cm mit dem günstigsten Einfluß auf die vegetative Entwicklung übertraf bei gleicher Wassergabe (70 mm je Bewässerung) auch alle Oberflächenbewässerungs-Varianten in der

zeitlichen Entwicklung der vegetativen Organe, in der Blattzahl je Pflanze wurde sie jedoch zu einem späteren Zeitpunkt von der Border- und Furchenbewässerung übertroffen.

3. Die Beregnung bewirkte im Vergleich mit allen anderen Bewässerungsverfahren eine Verzögerung der vegetativen Entwicklung und die erreichten Wuchshöhen, Verzweigungszahlen und Blattzahlen lagen deutlich unter denen anderer Bewässerungsverfahren.

B) Generative Entwicklung der Baumwolle

1. Anhand der Knospen-Blüten- und Kapselzahlentwicklung wurde auch eine zeitlich vorverlegte und quantitativ überlegene generative Entwicklung der Baumwolle bei der flach verlegten Unterflurbewässerung im Vergleich zur tiefer verlegten Unterflurbewässerung nachgewiesen.
2. Die zeitliche Überlegenheit in der Entwicklung der Baumwolle durch eine flach verlegte Unterflurbewässerung gegenüber Border- und Furchenbewässerung sowie Beregnung zeigte sich auch in der zahlenmäßigen Entwicklung der generativen Organe der Baumwolle.
3. Die Beregnung wirkte sich besonders nachteilig auf die Knospenbildung, Blüte und den Kapselansatz aus. Ebenso wie durch natürliche Niederschläge während der generativen Phase der Baumwolle trat bei Beregnung eine Schädigung der generativen Organe mit verstärktem Abstoßen von jungen Kapseln auf.

C) Wurzelwachstum

1. Bei Unterflurbewässerung erreichten die Pfahlwurzeln der Baumwolle die Tiefe der verlegten Folien in jedem Falle, und zwar bei der flach verlegten Variante am frühesten und bei der 140 cm verlegten Tiefe erst gegen Ende der Vegetation.
2. Während das oberirdische Wachstum der unbewässerten Vergleichsvariante hinter allen Bewässerungsvarianten stark zurückblieb, erreichte die Pfahlwurzel der Baumwolle ohne Bewässerung Tiefen von fast 150 cm und übertraf damit alle bewässerten Varianten.
3. Die Pfahlwurzeln der Baumwolle erreichten bei Border- und Furchenbewässerung Tiefen von etwa 120 cm, bei Beregnung nur von etwa 100 cm.

D) Trockenmassebildung

1. Die Entwicklung der Gesamttrockenmasse der oberirdischen Pflanzenteile bestätigt im allgemeinen die durch zahlenmäßige Erfassung der vegetativen und generativen Entwicklung der Baumwolle festgestellten Unterschiede zwischen den Bewässerungsverfahren.
2. Eine deutliche Überlegenheit der flach verlegten Unterflurbewässerung in der Gesamttrockenmassebildung ist nur im ersten Versuchsjahr zu verzeichnen. Bei gleicher Wassergabe wurden jedoch in beiden Jahren durch die Unterflurbewässerung bei 80 cm Verlegetiefe die höchsten Kapseltrockenmassen erzielt.

E) Erträge

1. Bedingt durch die frühere vegetative und generative Entwicklung trat bei der flach verlegten Unterflurbewässerung eine eindeutig frühere Reife der Baumwolle auf. Der Anteil des ersten Pflückganges am Gesamtertrag war bei dieser Variante in beiden Jahren mit etwa 80 % sehr hoch.
2. Dadurch wurde im Jahre 1969 mit ungünstiger Erntewitterung (nur 2 Pflückgänge) durch diese Variante auch der höchste Gesamtertrag erzielt, während 1971 (4 Pflückgänge) durch die tiefer verlegte Unterflurbewässerung und Furchenbewässerung trotz späterer Reife gleich hohe Gesamterträge erreicht wurden.
3. Während ohne Bewässerung nur 13,7 bzw. 19,5 dz/ha Rohbaumwolle produziert wurden, konnten die Erträge durch Bewässerung auf das Zwei- bis Dreifache (30 bis 45 dz/ha) gesteigert werden.
4. Das Faser-Samen-Verhältnis wurde durch die Bewässerungsverfahren kaum beeinflusst.

F) Nährstoffgehalt, Nährstoffaufnahme und Nährstoffentzug

1. Da die Nährstoffgehalte der Baumwollpflanze durch die Bewässerungsverfahren wenig beeinflusst werden, ist die Nährstoffaufnahme eng mit der gebildeten Trockenmasse korreliert.
2. Bis zu 284 kg/ha N, 35 kg/ha P, 408 kg/ha K, 257 kg/ha Ca, 76 kg/ha Mg und 10 kg/ha Na wurden durch die Baumwolle aufgenommen. Die

auffallend hohe Ca-Menge ist vor allem in den Blättern der Pflanzen konzentriert.

3. Gegenüber den hohen Nährstoffaufnahmewerten erscheinen die Nährstoff-entzüge durch Faser und Samen gering.

Die Höchst-Entzüge betragen 131 kg/ha N, 19 kg/ha P, 50 kg/ha K, 8 kg/ha Ca, 12 kg/ha Mg und 1, 2 kg/ha Na.

Nach den vorliegenden Ergebnissen hat sich die Unterflurbewässerung mit flacher Verlegetiefe auf einem Standort der Menemen-Ebene mit leichtem Boden den bisher üblichen Bewässerungsverfahren überlegen gezeigt. Insbesondere wurden die Entwicklung und das Wachstum durch die Unterflurbewässerung beschleunigt und damit eine frühere Reife erzielt. Die Berechnung dagegen scheint nach den vorliegenden Ergebnissen höchstens in trockenen Frühjahren zur Keimung der Baumwolle als Startbewässerung geeignet.

Vor einer großräumigen Einführung der Unterflurbewässerung sollten jedoch offene pflanzenbauliche Fragen sowie arbeitswirtschaftliche und technische Probleme geklärt werden. Letztlich wird die Einführung des Unterflurbewässerungs-Verfahrens davon abhängen, ob sich die hohen Kosten für die Installation rentabel gestalten lassen.

7. LITERATURVERZEICHNIS

1. ABO EL-ZAHAB, A. A., 1971: Salt tolerance of eight Egyptian varieties. Z.f.Acker- u. Pflanzenbau, S. 299-307.
2. AHMEDİ, A. A., 1960: Irrigation agriculture in south-west Iran, Khuzestan Water and Power authority span. 11, S. 166-169, Khuzestan-Iran.
3. ALAGÖZ, H., 1957: Menemen ovasi sulamasi ve meseleleri üzerinde araştırmalar. A. Ü. Z. F. yayınlari Nr. 131, Ankara.
(Untersuchungen über die Bewässerung und deren Probleme in der Menemen-Ebene.)
4. ALAP, M., 1957: Tarla şartlarında nebatların sulama zamanı nasıl anlaşılır? ve verilecek su miktarı nasıl tayin edilir? Tarsus sulu ziraat araştırma enstitüsü. Tarsus. (Bestimmung der Bewässerungszeit und der den Pflanzen verabreichten Wassermenge unter Feldbedingungen.)
5. ALAP, M., 1957: Mahsüllerin su istihlakini etüd ve araştırma metodları. Sulu ziraat araştırma enstitüsü, Tarsus. (Studien und Untersuchungsmethoden über Wasserverbrauch der Pflanzen.)
6. ALTUGLU, B., 1966: Menemen 1953-1965 tarım yılları iklim rasat neticeleri ve hidrolojik tahminler. Nesriyat No. 20, İzmir. (Ergebnisse der klimatischen Beobachtungen und hydrologischen Schätzungen für 1953-1965 Agrar-Jahre in Menemen. Heft No. 20.)
7. ALTUGLU, B., 1966: Menemen ovasi sulama sebekesi sekonder kanallarında sızma kayıpları. Menemen sulu ziraat enstitüsü. Nesriyat No. 21 İzmir. (Die Versickerungsverluste der sekundären Kanäle in dem Bewässerungsnetz der Menemen-Ebene, Bewässerungsforschungsstation in Menemen.)
8. ALTUGLU, B., 1972: Ege Bölgesi havzalarında yagis analizleri ve yagis tekerrür tahminleri. Nesriyat No. 31, Menemen. (Schätzungen der Niederschlagswiederholungen und Niederschlagsanalysen in den Tälern des Ege-Gebietes.)
9. ALTUGLU, B., 1972: Ege Bölgesi havzalarında yagis faktörlerine göre: Toprak su birikmesi, iklim karakter-

- leri, Kuraklık indisleri, Kuru ve yas aylarin tesbiti. Nesriyat No. 32, Mene-men. (Nach Klimafaktoren des Ege-Gebietes die Bestimmung der: Boden-Wasser-Anreicherung, Klima-Charakteren, Trockenheitsindizes, Trocken- und Regentage.)
10. AKMANDOR, N. , 1968: Bewässerung in der Türkei, Gediz und Euphrat als Beispiel großräumiger Wasserwirtschaftsplanung. Wasser und Boden. Ankara.
11. ALYARI, H. , 1969: Studien über Wachstum, Entwicklung, Ertragsbildung und Nährstoffaufnahme der Baumwolle im ägäischen Raum. Diss. Gießen.
12. ANDERSON, O.E. und 1968: Boron and manganese effects on cotton yield, lint quality and earliness of harvest. BOSWELL, F.C. , Agr. Journ. Vol. 60, No. 4.
13. ANDREAE, B. , 1965: Die Bodenfruchtbarkeit in den Tropen. Verlag Paul Parey. Hamburg-Berlin.
14. ANGERER, H. , 1959: Praktische Hinweise zur Beregnung. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt/M.
15. ARAS, A. , 1960: İlimi arastirmalarda projenin önemi ve tanzim sekli. Izmir (Inceleme). (Aufstellung und Wichtigkeit des Projektes bei wissenschaftlichen Versuchen.)
16. ASHLEY, D.A. , 1965: Relation of cotton leaf area index to plant DOSS, B.D. und growth and fruiting. Agr. Journ. Vol. 57. BENNET, O.L. ,
17. AUBRA, C.M. , 1967: Effect of radial restriction on lateral growth of the root-shoot axis of young cotton plant. Soil and water conservation research division, Agr. research service, USDA.
18. AYDEMİR, M. , 1963: Koker pamugu. Izmir. (Baumwolle Coker.)
19. AYDEMİR, M. , 1968: Pamuk ziraatında gübreleme ve münavebe. Izmir. (Düngung und Fruchtfolge beim Baumwollanbau.)
20. AYDEMİR, M. , 1968: Azot ve su gelism faktörlerinin pamuk verimine etkileri. Izmir. (Wirkungen der Stickstoff-Wasser-Interaktion auf die Ertragsbildung der Baumwolle.) Diss.

21. AYYILDIZ, M. , 1970: Ankara ili sulu ziraat arazilerinde kullanan sulama sularinin kaliteleri üzerinde bir arastirma. Ankara üniversitesi ziraat fak. yilligi, Ankara. (Ein Beitrag über die Qualität des auf dem Bewässerungsgelände der Provinz Ankara verbrauchten Bewässerungswassers.)
22. BAHR, R. , 1967: Die Ergebnisse der Bewässerungsversuche mit Rieselfverfahren und Berechnungsverfahren. Wasser und Boden. Hamburg.
23. BAUMANN, H. , 1961: Witterungslehre für die Landwirtschaft. Verlag Paul Parey. Berlin-Hamburg.
24. BAUMANN, H. , 1948: Wasserversorgung und Wurzelbildung. Deut. Landwirtschaft. 2, S. 65-67.
25. BATH, H. G. , 1959: Die Auswirkung verschiedener Bewässerungsverfahren auf den Wasserhaushalt eines lehmigen Sandbodens sowie auf Erntemenge, Erntegüte und Wurzelentwicklung von sechs Kulturgräsern. Diss. Kulturtechniker 47, H. 7/8, S. 94-97.
26. BERGER, J. , 1969: The world's major fibre crops, their cultivation and manuring. Centre d'étude de l'azote. 6 Zürich.
27. BERGMANN, W. , 1953: Wurzelwachstum und Ernteertrag. Z.f. Acker-u. Pflanzenbau, Band 97, S. 337-365.
28. BEYCE, Ö. , 1960: Taban suyu ve corak indikatör nebatlari ve bu konuda Alifaki coraginda yapilan calismalar. Adana. Nitrogen. (Das Grundwasser und die Zeigerpflanzen der Salzböden und die in diesem Themenkreis auf der Alifaki Salzböden durchgeführten Erhebungen.)
29. BENNET, O. L. , SCARSBROOK, C. E. , DOSS, B. D. und PEARSON, R. W. , 1960: Interrelation of fertilization and irrigation of cotton. 7th international congress of soil science, Madison, Wisconsin, USA.
30. BENNET, O. L. , ASHLEY, D. A. , DOSS, B. D. und SCARSBROOK, C. E. , 1965: Influence of topping and pruning on cotton yield and other characteristics. Agr. Journ. Vol. 57, S. 25-26.
31. BLOODWORTH, M. , 1961: Effect of soil temperature on water use by plants. 7th international congress of soil science, Vol. I. Official communications Elsevier publishing company, Amsterdam.

32. BOGUSLAWSKI, E. v., 1963: Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der
LIMBERG, P. und Ertragsbildung. Z.f.Acker- u. Pflanzen-
SCHNEIDER, B., bau, Band 116, H. 3, S. 231-256, Berlin-
Hamburg.
33. BOGUSLAWSKI, E. v., 1960: Phänologische und physiologische Daten
zur Charakteristik der Produktivität
unserer Kulturpflanzen. Z.f.Acker- u.
Pflanzenbau, Band 11, H. 1, S. 1-22,
Berlin-Hamburg.
34. BOGUSLAWSKI, E. v., 1972: Wachstumsfaktoren, Sonderdruck aus
ERICHSEN, M., Handbuch der Pflanzenernährung und
Düngung, Band I, Pflanzenernährung,
Wien-New York.
35. BOGUSLAWSKI, E. v., 1962: Organische Wirkstoffe als Wachstums-
faktoren. Sonderdruck aus Eigenschaften
und Wirkungen der Gibberelline, S. 164-
173, Berlin-Göttingen-Heidelberg.
36. BOGUSLAWSKI, E. v., 1959: Das Zusammenwirken von Gründüngung
auf der C- und N-Umsatz im Boden. Son-
derdruck aus der Z.f.Pflanzenernährung,
Düngung, Bodenkunde. Band 64, H. 1-3,
S. 85-93, Berlin.
37. BOGUSLAWSKI, E. v., 1965: Nährstoffaufnahme, Nährstoffentzug,
ATANASIU, N. und Nährstoffbedarf und Ertragsbildung von
SHAABAN, K., Sorgum Hirsen (*Sorgum vulgare* var. *sacch.*
und var. *techn.*) unter gemäßigten Klima-
bedingungen. Z.f.Acker- u. Pflanzenbau,
S. 251-266, Berlin-Hamburg.
38. BOYACI, R., 1959: Kanallarda sulama suyu ölcmeleeri El Ki-
tabi. Zemin Matbaasi kom. STi. Adana.
(Messungen des Bewässerungswassers im
Kanalsystem. Handbuch.)
39. BOYACI, R., 1962: Sulama metodlari secimi ile fayda ve
mahsurlari. Toprak-su genel müd. nesri-
yat sayi : 138, Ankara. (Wahl der Bewäs-
serungsmethoden sowie Vor- und Nach-
teile. Wasser und Boden.)
40. BROUWER, W., 1959: Die Feldberechnung. DLG-Verlag, Frank-
furt/M.
41. BROWN, C. H., 1955: Egyptian cotton. Leonard Hill (Books)
limited, 9 Eden Street, N.W. 1
42. BROWN, H. B., 1958: Cotton. McGraw-Hill Book company inc.
New York-Toronto-London.
43. BROWN, I. C., 1959: The in vitro synthesis of fats in cotton
Jr. KURTZ, E. B., seed. Agr. Journ. Vol. 51.

44. BRUCE, R. R., RÖMKENS, M. J. M., 1965: Fruiting and growth characteristics of cotton in relation to soil moisture tension. Agr. Journ. Vol. 57.
45. BRUCE, R. R., 1965: Cotton grow spacing as it affects soil water utilization and yield. Agr. Journ. Vol. 57.
46. BURNETT, E., FISHER, C. E., 1953: Correlation of soil moisture and cotton yield. Division I. Soil physics, soil science society of America, Dallas-Texas.
47. BURNETT, E., FISHER, C. E., 1953: The effects of conversation practices on Runoff, available soil moisture and cotton yield. Texas Agr. Exp. Station Bul. 767. USA.
48. CARDOZIER, V. R., 1958: Growing cotton. New York.
49. CECEN, K., 1968: Landeskunde der Türkei. Boden-Wasser. Istanbul.
50. CECEN, K., 1968: Türkische Talsperren. Boden-Wasser. Istanbul.
51. CEYLAN, A., 1966: Einfluß von Standort, Sorte und Düngung auf die Ertragsbildung und die Qualität von Sommer- und Wintergerste. Diss. Gießen.
52. CHRISTIANSEN-WENIGER, 1970: Ackerbauformen im Mittelmeerraum und Nahen Osten, dargestellt am Beispiel der Türkei. DLG-Verlag, Frankfurt/M.
53. CHRISTIDIS, O. B., HARRISON, J., 1955: Cotton growing problems. U. S. A.
54. CHRISTIDIS, O. B., 1961: Growing cotton by transplantation. Crop science. S. 472-475.
55. COOPER, H. P., PADEN, W. R., PHILLIPPE, M. M., 1954: Effect of application of sodium in fertilizer on yield and composition of the cotton plant. Techn. contribution Nr. 212, South Carolina, Agr. Exp. Stat. Clemson.
56. CROWTHER, F., 1934: Studies in growth analysis of the cotton plant under irrigation in the Sudan. Oxford.
57. DEMIRCI, R., 1971: Die optimale Organisation von baumwollanbauenden Betrieben im Gebiet von Adana - Türkei. Diss. Hohenheim.
58. DINCER, D., 1962: Sulanan toprakların tuz problemleri. Toprak-su genel müd. nesriyat sayı: 132 Ankara. (Versalzungsprobleme der bewässerten Böden. Boden und Wasser.)

59. DÖRTER, K. , 1962: Untersuchungen zur Lösung bestehender Probleme der Unterflurbewässerung. Kühn-Archiv, Band 76, Veb Max Niemeyer Verlag, Halle/Saale.
60. DÖRTER, K. , 1955: Ein Beitrag zur unterirdischen Bewässerung mit Bitumenrohren unter besonderer Berücksichtigung der seitlichen Wasserausbreitung im gewachsenen Boden. Kühn-Archiv, Band 69, Veb Max Niemeyer Verlag, Halle/Saale.
61. DONEEN, L. D. , 1954: Salination of soil by salts in irrigation water. Trans. Amer. Geoph. sci.
62. DOSS, B. D. , SCARSBROOK, E. E. , 1969: Effect of irrigation on recovery of applied nitrogen by cotton. Agr. Journ. 61, S. 37-40.
63. EAGELMAN, J. R. , DECKER, W. L. , 1965: The role of soil moisture in evapotranspiration. Agr. Journ. Vol. 57.
64. EMIROGLU, S. H. , 1970: Degisik sulama, gübreleme ve ekim mesafesi sartlari altinda koker pamugunun verimle ilgili bazi vasiflari uzerinde anastirmalar. Diss. Bornova-Izmir-Türkei. (Untersuchungen über einige Eigenschaften betreffend Ertragsbildung der Baumwolle Coker unter verschiedenen Bewässerungs-, Düngungs- und Standweitebedingungen.)
65. ERDIN, E. , 1972: Versuche mit Unterflurbewässerung im mediterranen Gebiet der Türkei. Diss. Gießen.
66. ERENCIN, M. , 1971: Salzbewegung und Versalzungstendenz in einigen zentralanatolischen Ackerböden unter dem Einfluß von Bewirtschaftung und Bewässerung. Diss. Gießen.
67. ESCHRAGHI, I. , 1970: Untersuchungen über Wachstum, Ertragsbildung und Nährstoffaufnahme bei mexikanischen Weizen. Diss. Gießen.
68. ESDORN, I. , PIRSON, H. , 1973: Die Nutzpflanzen der Tropen und Subtropen in der Wirtschaft. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
69. FRÄNKEL, St. , 1928: Chemie der Baumwollpflanze. Wittmack, L. , Botanik und Kultur der Baumwolle, Kapitel X. Band 4, Berlin.
70. FINKEL, H. J. , NIR, Dov. , 1959: Sprinkling method of irrigation: A comparative study. Soil science, Vol. 88, Nr. 1.

71. FORSBERG, C. , 1958: Farm irrigation practices handbook. International cooperation administration, Washington 25, D. C.
72. FOY, C. D. , 1963: Toxic factors in acid soils: I. Characterization of aluminium toxicity in cotton. Soil science society of America proceedings, Vol. 27, Madison 11 - Wisconsin.
73. FRYREAR, D. W. , 1971: Survival and growth of cotton plants damaged by windblown sand. Agr. Journ. Vol. 63, S. 638-642.
74. FUCHS, M. , 1964: A field test of the control of cotton irrigation practice from class A pan data. Israel Journ. of Agr. Research.
75. GIPSON, J. R. , 1968: Influence of night temperature on growth and development of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) I. Fruiting and boll development. Agr. Journ. Vol. 60, Nr. 3.
76. GIPSON, J. A. , 1968: Influence of night temperature on growth and development of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) II. Fiber properties. Agr. Journ. Vol. 60, Nr. 3.
77. GLIEMEROTH, B. , 1952: Wasserhaushalt des Bodens in Abhängigkeit von der Wurzelbildung einiger Kulturpflanzen. Z.f. Acker- u. Pflanzenbau 95, S. 21-46.
78. GOODMAN, A. , 1955: The effect of cloudiness upon the shedding of fruiting points from cotton at Tokar Delta. The empire cotton growing review. S. 24-30. London.
79. GRUNEWALD, J. , 1957: Vergleichende Untersuchungen zwischen Untergrund- und Oberflächenbewässerung im Gewächshaus. Wasser und Nahrung, H. 3, S. 47-52.
80. GRUNEWALD, J. , 1958: Untersuchung über die Wassergabe und -verteilung der Untergrundbewässerung nach Stauch. Wasser und Nahrung 1, S. 46-52.
81. GUINN, G. , 1968: Root temperature and carbohydrate status of young cotton plants. Crop science, Vol. 8, S. 67-70.
82. GUINN, G. , 1970: Effect of root aeration on amino acid levels in cotton plant. Crop science, crop science society of America, Vol. 10, Nr. 1, S. 175-177.

83. HASSELBACH, H. , 1965: Düngung und Bewässerung von Baumwolle in der Sowjetunion. Gießener Abhandlungen zur Agrar- und Wirtschaftsforschung des europäischen Ostens, Band 32, Wiesbaden.
84. HAWKINS, B. S. , 1970: Yield response of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) on several spacing arrangement. Agr. Journ. Vol. 62, S. 578-580.
PEACOCK, H. A. ,
85. HAWKINS, B. S. , 1968: Effect of skip-row culture on agronomic and fiber properties of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Agr. Journ. Vol. 62, Nr. 2.
PEACOCK, H. A. ,
86. HEINMANN, H. , 1967: Ein Beitrag zur Lösung des Salzproblems in der bewässerten Landwirtschaft arider und semiarider Gebiete. Sonderbeilage zur Zeitschrift "Afrika Heute".
87. HESKETH, J. D. , 1971: Simulation of growth and yield in cotton respiration and the balance. Crop science, Vol. II, S. 394-397.
BAKER, D. N. ,
DUNCAN, W. G. ,
88. IMAMOGLU, A. E. , 1973: Vergleichende Untersuchungen über die Wirkung verschiedener Bewässerungsverfahren auf physikalische und chemische Eigenschaften des Bodens in der Menemen-Ebene Izmir/Türkei. Diss. Gießen.
89. INCEKARA, F. , 1963: Endüstri Bitkileri ve Islahi. Cilt: I, Lif bitkileri ve islahi. Izmir. (Industrie Pflanzen und ihre Verbesserung. Vol. I, Faser Pflanzen und ihre Verbesserung.)
90. INTERNATIONAL potash 1962: "On the mineral nutrition of some tropical crops" Berne-Switzerland. S. 133-146.
Institute,
91. ISRAELSEN, O. W. , 1967: Irrigation principles and practices. New York-London-Sydney.
92. JACKSON, E. B. , 1968: Effect of irrigation intensity and nitrogen level on the performance of eight varieties of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.).
TILT, P. A. ,
93. JAMISON, V. C. , 1956: The effect of a dense soil layer and varying air-water relations on the growth root development and nutrient uptake of cotton in commerce silt loam. Soil science society of America proceedings. Vol. 20, Nr. 4, S. 447-453.
DOMBY, C. W. ,
94. KELLER, H. , 1930: Bewässerung in Trockenländern. Der Tropenpflanzer, Jahrgang 33, Nr. 3, S. 92-100, Berlin.

95. KONAĞCI, K. Y., 1953: Malatya'da pamukculuk nasil yapilir, nasil inkişaf edebilir. Ankara. (Baumwollanbau und dessen Entwicklung in Malatya.)
96. KÖNIG, P., ZELLE, A., 1933: Die Weltwirtschaft der Baumwolle. Herzog (Technologie der Textilfaser) Band 4, Teil 4, Berlin.
97. KONSTANTINOW, N., 1936: The influence of period of illumination on the development of cotton. Journ. of the empire cotton growing corporation. London.
98. KÖY işleri bakanlığı 1970: Cesitli bitkilerin kök salma derinlikleri ve kök kesafetlerinin tesbiti testi sonuc raporu, rapor serisi, 52, Topraksu araştırma enstitüsü müd. Eskişehir. (Ein Bericht über die Eignungsprüfung zur Feststellung der Wurzeldichte und Eindringungstiefe verschiedener Kulturpflanzen.)
99. KREEB, K., 1964: Ökologische Grundlagen der Bewässerungskulturen in den Subtropen. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
100. LASHIN, M. H., RAAFIAT, A., KADI, M. EL., 1970: Fruiting and shedding of cotton as influenced by irrigation frequency and nitrogen level. Z. f. Acker- u. Pflanzenbau. 131(1970), 2, S. 128-136.
101. LAVERTON, S., 1964: Irrigation, its profitable use for agricultural and horticultural crops. London.
102. LENZ, K. O., 1964: Bewässerungslandwirtschaft im zentral-anatolischen Trockengebiet, Türkei, mit besonderer Berücksichtigung der Zuckerrübe. Bericht der oberhessischen Gesellschaft für Natur und Heilkunde zu Gießen, Band 33, Heft 4, S. 239-250.
103. LEVIN, I., SHMUELI, E., 1964: The response of cotton to various irrigation regimes in the Hula valley. Israel Journ. Agr. Research, S. 211-225.
104. LIMBERG, P., ENAYAT, R., 1959: Der Einfluß klimatischer Wachstumsfaktoren auf Entwicklung und Ertragsleistung verschiedener Herkünfte von Trifolium alexandrinum L.. Z. f. Acker- u. Pflanzenbau. Band 111, Heft 2, S. 116-150.
105. LONGENECKER, D. E., 1969: Variable row spacing of irrigated cotton as a means for reducing production costs and conserving water. Agr. Journ. 61, S. 37-40.

106. LONGENECKER, D. E., 1969: Moisture content of cotton leaves and
LYERLY, P. J., Petioles as related to environmental
moisture stress. Agr. Journ. Vol. 61,
S. 687-690.
107. MARANI, A., 1970: Effect of delinting and of genetical fac-
AMIRAV, A., tors on the germination of cotton seeds
at low temperature. Crop science Vol. 10,
Nr. 6.
108. MARCUS, A., 1927: Die Baumwollversuchsstation I in Adana,
ihr Zweck und ihre Ziele. Der Tropen-
pflanze, 30. Jahrgang, Nr. 10, Berlin.
109. MARCUS, A., 1929: Über den Einfluß von Witterung, Boden-
und Kulturverhältnissen auf die ertrags-
bestimmenden Eigenschaften der Baum-
wolle. Der Tropenpflanze, 32. Jahrgang,
Nr. 11.
110. MCGINNIES, W. J., 1957: The relationship of furrow depth to mois-
ture content of soil and to seedling estab-
lishment on a range soil. Agr. Journ.
Vol. 51.
111. MENGEL, Y., 1965: Zirai sulamada tarlaya verilecek su mik-
tarinin tesbiti. Toprak-su genel müd.
yayınları sayı: 172, Ankara. (Feststellung
der verabreichenden Wassermenge.)
112. MERTIN, W., 1968: Vergleichende Untersuchungen mit ver-
schiedenen Bewässerungsverfahren auf
mediterranen Böden der Türkei. Z.f.
Bewässerungswirtschaft. H. 1, S. 24-43,
Frankfurt.
113. MERTIN, W., 1970: Untersuchungen an verschiedenen Be-
wässerungsverfahren auf alluvialen Bö-
den im Raum Izmir-Menemen, Türkei.
Z.f. Bewässerungswirtschaft, H. 1,
S. 63-73, Frankfurt.
114. MERTIN, W., 1971: Wasserverbrauch eines Bewässerungsge-
bietes in der West-Türkei in den Jahren
1967, 1968, 1969. Wasser und Boden,
H. 9, S. 160-165, Hamburg.
115. MERTIN, W., 1971: Der Wasserpreis in einem Bewässerungs-
gebiet der West-Türkei. Z.f. Bewässe-
rungswirtschaft. H. 1, S. 96-110, Frank-
furt.
116. MERTIN, W., 1972: Möglichkeiten der Bewässerung von mexi-
kanischen Weizen in einem semiariden
Gebiet mit Winterregen. Sonderdruck aus
"Zeitschrift für Bewässerungswirtschaft"
7, Heft 1/2, S. 18-29.

117. a) MERTIN, W., 1972: Ein Beitrag zur Entwicklung eines Bewässerungsgebietes; Die Entwicklung des Bewässerungsgebietes Menemen-Ebene in der Türkei. Sonderdruck aus "Zeitschrift für Bewässerungswirtschaft" 7, Heft 1/2, S. 30-38.
- b) MERTIN, W., 1974: Kosten der Unterflurbewässerung. Landwirt im Ausland, 8. Jahrgang, Heft 3.
118. MEYER, Vesta G., 1970: Some sources of variability in boll and fiber properties. Crop science, Vol. 10, Nr. 6.
119. MORGENROTH, E., 1942: Die Züchtung der Baumwolle. Paul Parey-Verlag, Berlin.
120. MORGENROTH, E., 1942: Der Baumwollanbau Brasiliens. Forschungsarbeit in Kolonien und Ausland. Heft 7, Berlin.
121. MORSTATT, H., 1927: Schäden und Bekämpfung der Baumwollpflanzen. Der Tropenpflanzer, 30. Jahrgang, Nr. 4, Berlin.
122. MUGANLI, N., 1965: Ege bölgesinde yetistirilen mahsüllerin yetistirme teknigi ve maliyetleri. Menemen sulu ziraat arastirma enstitüsü müd. Izmir (Anbautechnik und Kostenberechnung der Kulturpflanzen im Ege-Gebiet.)
123. MÜLLER, G., 1958: Baumwolle, Anbau und Düngung. Ruhrstickstoff Aktiengesellschaft, Bochum.
124. MÜLLER, G., 1968: Cotton cultivation and fertilization. Ruhrstickstoff Aktiengesellschaft, Bochum.
125. MURPHY, B. C., LANCASTER, J. D., 1971: Response of cotton to Boron. Agr. Journ. Vol. 63, S. 539-540.
126. MURRAY, J. C., REED, R. M., OSWALT, E. S., 1965: Effect of fertilizer treatment on the fiber properties of cotton. Agr. Journ. Vol. 57.
127. NAMKEN, L. N., 1965: Relative turgidity for scheduling cotton (*Gossypium hirsutum*) irrigation. Agr. Journ. Vol. 57.
128. NAMKEN, L. N., BARTHOLIC, J. F., RUNKLES, J. R., 1969: Monitoring cotton plant stem radius as an indication of water stress. Agr. Journ. Vol. 61, S. 891-893.
129. NAMKEN, L. N., GERARD, C. J., BROWN, R. G., 1968: Evapotranspiration of cotton and estimation methods. Agr. Journ. Vol. 60, Nr. 1.

130. NELSON, L. E., 1967: Effect of root temperature variation on growth and transpiration of cotton-seedlings. Agr. Journ. Vol. 59, S. 392-394.
131. NESRIYAT ve haberlesme md. enformasyon servisi 1956: Tohumluk sertifikasi talimatnamesi. sayi. 65, Ankara. (Anerkannte Saatgutbestimmungen.)
132. NIOPEK, J., 1960: Der Einfluß der Klimafaktoren Licht, Temperatur und Niederschlag auf Wachstum, Entwicklung und Ertragsbildung bei Mais und Sorgumarten. Diss. Gießen.
133. ZBEK, N., 1963: Iyonların bitkiler tarafından alinisi ve (A) degeri. Toprak-su, sayi. 13. (Aufnahme der Ionen durch die Pflanzen und der (A) Wert.)
134. ZKAN, B., 1962: Sulama suyunun niteliginin tayini. Toprak su genel md. nesriyati sayi: 164, Ankara. (Bestimmung der Eigenschaften des Bewässerungswassers.)
135. ZALP, H., 1967: Menemen ovasında yetistirilen baslica mahsllerin su istihlakı ve su ihtiyaçı tahminleri. Toprak-su genel md. yayinlari sayi. 196, Ankara. (Schätzungen des Wasserverbrauchs und Wasserbedarfs der in der Menemen-Ebene angebauten Kulturpflanzen)
136. OAKES, H., 1958: The soils of Turkey, rep. of Turkey, ministry of agriculture, soil conservation and farm irrigation divis. Publication Nr. Ankara.
137. O'KELLEY, J. C., 1954: An election micrographic study of the cell walls of elongating cotton fibers root hairs and pollen tubes.
138. OLIVIER, H., 1961: Irrigation and climate. London.
139. OMAI, E., 1968: Ege bölgesi zirai sulama rehberi. nesriyat Nr. 23, Izmir. (Landwirtschaftlicher Bewässerungswegweiser im Ege-Gebiet.)
140. OMRAN, R. W., BENEDICT, C. R., POWELL, R. D., 1971: Effects of chilling on protein synthesis and CO₂ fixation in cotton leaves. Crop science Vol. 11, Nr. 4, S. 554-555.
141. PEACOCK, H. A., HAWKINS, B. S., 1970: Effect of seed source on seeding vigor, yield and lint characteristics of upland cotton (Gossypium hirsutum). Crop science Vol. 10, Nr. 6.

142. PEARSON, R. W.,
RATLIFF, L. F.,
TAYLOR, H. M.,
1970: Effect of soil temperature, strength,
and pH on cotton seedling root elongation.
Agr. Journ. Vol. 62, S. 243-245.
143. PEEPLES, R. H.,
and others,
1956: Effect of spacing on some agronomic and
fiber characteristics of irrigated cotton.
Tech. bull. Nr. 1140, US dept. of agr.
in cooperation with the Arizona agr.
experimental station.
144. PENNINGSFELD, F.,
WEIHENSTEPHAN, F.,
1970: Bewässerung in Trockengebieten. Mittei-
lungen der DLG. 85. Jahrgang, H. 13.
145. PHILLIPS, R. E.,
1968: Minimum seedbed preparation for cotton.
Agr. Journ. Vol. 60, Nr. 4.
146. PHILIPPSON, A.,
1968: Handbuch der regionalen Geologie, H. 22,
V. Band, Abt. Kleinasien.
147. POLLARD, E. F.,
VIX, H. L. E.,
SPADARO, J. J.,
1951: Separating the fraction of cottonseed.
1950-51 yearbook of agriculture.
148. POMINSKI, C. H.,
CASTILLON, L. E.,
DECHARY, J. M.,
1951: Removing the glands from the cottonseed.
149. POWERS, W. L.,
1946: The value of supplemental irrigation in
Willamette valley. Station bull. 439 agr.
exp. stat. Oregon state college, Corvallis.
150. PRETZSCHEL, M.,
1967: Untersuchungen über die Wirkung der Un-
terflurbewässerung auf einem mittleren
Lehmboden in Abhängigkeit von Boden-
struktur, Pflanzenbestand und standort-
gebundenem Wasserhaushalt. Kühn-Archiv
Band 81, H. 81, S. 85-131, Berlin.
151. RANNEY, C. D.,
1970: Multiple chemical treatment of cotton seed,
effects on seedling survival. Crop science,
Vol. 10, Nr. 6.
152. RICHMOND, T. R.,
RADWAN, R. H.,
1962: Comparative study of seven methods of
measuring earliness of crop maturity in
cotton. Crop science, Vol. 2, Nr. 1.
153. RINTELEN, J.,
MÜLLER, F.,
JÜRGENS,
1967: Bericht über die Türkei-Exkursion. Ex-
kursionsbericht Hohenheim, Univ.
154. RODE, A. A.,
1959: Das Wasser im Boden. Akademie-Verlag,
Berlin.

155. SAATCI, F., 1964: İzmir bölgesine ait bazı büyük toprak gruplarının kil mineralleri üzerinde arastirmalar. İzmir-Bornova. (Untersuchungen über die mineralische Zusammensetzung der im Raum İzmir befindlichen Bodengruppen.)
156. SABEY, B. R., BARTHOLOMEW, W. V., SHAW, R., PESEK, J., 1956: Influence of temperature on nitrification in soils. Soil science society of American proceedings, Vol. 20, Nr. 3, S. 357-60
157. SAYIN, S., 1955: Sulamada su ihtiyacinin tayinine ait iki metod. sayi. 4, Ankara. (Zwei Methoden zur Bestimmung des Wasserbedarfs bei der Bewässerung.)
158. SCARBROOK, C. E., BENNETT, O. B., PEARSON, R. W., 1959: The interaction of nitrogen and moisture on cotton yields and other characteristics. Agr. Journ. Vol. 51.
159. SCHEFFER-SCHACHT-SCHABEL, 1966: Lehrbuch der Bodenkunde, Stuttgart.
160. SCHENDEL, U., 1961: Witterungslehre für die Landwirtschaft. Verlag Paul Parey, Berlin-Hamburg.
161. SEIBOLD, R., RUCH, W., KÖNDLER, U., 1969: Zur Qualität von Rückständen der Ölgewinnung aus Baumwollsaat. Landwirtschaftliche Forschung, Band 22, Frankfurt
162. SPOONER, A. E., CAVINESS, C. E., SPURGEON, W. Z., 1958: Influence of timing of irrigation on yield, quality and fruiting of upland cotton. Agr. Journ., Vol. 50.
163. STEIN, C., 1953: Von der Untergrundbewässerung und dem Einfluß der Bodenfeuchte auf den Boden und das Pflanzenwachstum.
164. STOCKTON, J. R., DONEEN, L. D., WALHOOD, V. T., 1961: Boll shedding and growth of the cotton plant in relation to irrigation frequency. Agr. Journ. Vol. 53, S. 272-275.
165. STANHILL, G., FUCHS, M., 1968: The climate of the cotton crop: Physical characteristics and microclimate relationships. Agr. meteorology, Vol. 5, Amsterdam-London-New York.
166. TALIM, M., 1965: Menemen sulama sebekesi dahilinde üretim tipi ve asgari işletme büyüklüğü üzerinde bir arstirma. T. C. Tarım bakanligi, nesriyat Nr. 18, İzmir. (Eine Forschung innerhalb des Bewässerungsnetzes in Menemen über die Art der Züchtung und mindeste Betriebsgröße. Forschungsinstitut der Bewässerungswirtschaft in Menemen)

167. TAMM, E. ,
SCHENDEL, U. , 1954: Erfahrungen mit der Untergrundbewässerung. Mitteilungen der DLG 69, S. 409-411.
168. THORNE and
PETERSON, 1954: Irrigated soils. New York-Toronto.
169. TOPRAK-su genel
müd. Toprak etüd ve
haritalama dairesi, 1971: Menemen ovasi temel toprak etüdü. Raporlar serisi: 24, Ankara (Grundlegende Bodenuntersuchung der Menemen-Ebene.)
170. TOSUN, G. , 1965: Memleketimizde yetistirilen uzun lifli Sealand pamugu liflerinin anatomik ve teknolojik özellikleri üzerinde araştırmalar-Diss. İzmir-Bornova. (Untersuchungen über die anatomischen und technologischen Eigenschaften der in der Türkei angebauten langstapeligen Fasern der Baumwollsorte 'Sealand'.)
171. TURGAY, N. , 1952: Türkiyede pamuk yetistirilmesi, endüstrisi ve ticareti. 2. Baskı, Ankara. (Der Baumwollanbau und dessen Industrie und Handel in der Türkei.)
172. T. C. Ziraat vekaleti,
Toprak muhafaza ve
zirai sulama isleri
reisliği 1958: Karık usulü sulama. Menemen sulu ziraat deneme istasyonu, nesriyat. 11. İzmir. (Furchenbewässerung. Bewässerungsforschungsstation in Menemen.)
173. T. C. Tarım bakanlığı,
bölge araştırma müd. , 1970: Nazilli bölge araştırma enstitüsü, 1969 yılı pamuk araştırma proje ve sonuçları. Nazilli. (Regional Forschungsinstitut, das Projekt und dessen Ergebnisse der Baumwollforschung für 1969.)
174. T. C. Tarım bakanlığı,
pamuk araştırma müd. , 1970: Nazilli bölge pamuk araştırma enstitüsü, bölge pamuk cesit verim denemeleri 1969 yılı deneme sonuçları. Nazilli. (Regional Forschungsinstitut in Nazilli, Versuche über die Ertragsbildung verschiedener Baumwollsorten und deren Ergebnisse für 1969.)
175. TÜZÜNER, A. , 1970: Bitki kök sistemleri ve bitki kök sistemlerinin topraktan çıkarılması için kullanılan bazı metodlar. Toprak¹su, sayı:33. (Wurzelarten der Pflanzen und die beim Herausholen der Wurzeln angewandten Methoden.)
176. T. C. Köy isleri
bakanlığı, Toprak-su
genel müd. 1971: Gediz ovasi toprakları. Köy isleri bakanlığı yayınları. 125, rapor serisi. 8, Ankara. (Böden des Gediztales.)

177. UHLEN, O., 1964: Taschenbuch landwirtschaftlicher Wasserbau. Stuttgart.
178. USLU, S., 1970: Untersuchungen zum anthropogenen Charakter der zentralanatolischen Steppen. Giessener Abhandlungen zur Agrar- und Wirtschaftsforschung des europäischen Ostens, Band 12, Gießen.
179. U. S. Department of the interior Bureau of reclamation, 1951: Irrigation advisors guide. Washington, D.C.
180. VAN SCHAIK, P. H., ERWIN, D. C., GARBER, M. J., 1962: Effects of time of symptom of the cotton leaf-crumple virus on yield and quality of fiber of cotton. Vol. 2, Nr. 1.
181. LOCKOW, V., SCHUSTER, 1961: Anlage und Auswertung von Feldversuchen. Frankfurt/M.
182. WIERENGA, P. J., HAGAN, R. M., GREGORY, E. J., 1971: Effects of irrigation water temperature on soil temperature, Agr. Journ. Amer. Society of Agr. Vol. 63, S. 33-35.
183. WHITE, T. G., KOHEL, R. J., 1964: Cotton fruiting efficiency: A comparison of methods of measurement. Agr. Journ. Vol. 56.
184. WILCOX, I. C., 1968: The quality of water for irrigation use. U.S. Dept. Agric. Techn. Bull. 962.
185. WOLFF, P., 1970: Trickle irrigation - ein neues Bewässerungsverfahren. Der Tropenlandwirt 71. Jahrgang, S. 132.
186. WOLKEWITZ, H., 1969: Bewässerungsprobleme in Trockengebieten. Umschau in Wissenschaft und Technik, Heft 26, Frankfurt/M.
187. WOODRUFF, J. M., MCCAIN, F. S., HOVELAND, C. S., 1967: Effect of relative humidity, temperature and light intensity during boll opening on cottonseed quality. Agr. Journ. Vol. 59, Nr. 5.
188. ZIMMERMANN, J. D., 1966: Irrigation. New York-London-Toronto.

Ich möchte an dieser Stelle den Herren Professor Dr. rer. nat. H. WEBER, Professor Dr. rer. nat. L. JUNG und Professor Dr. N. ATANASIU für die Überlassung des Themas, die Betreuung der Arbeit und für die Ratschläge und Anregungen bei der Durchführung und Auswertung der Arbeit danken.

Herrn Dipl. Ing. agr. F. Güray, Direktor des Institutes für Bewässerungslandwirtschaft (Sulu Ziraat) in Menemen-Izmir, bin ich für jede Unterstützung mit herzlichem Dank verbunden. Mein Dank gilt auch den gesamten wissenschaftlichen Mitarbeitern des Institutes für Bewässerungslandwirtschaft.

Herrn Dr. A. Westphal sage ich meinen besten Dank für seine Beratung und Hilfsbereitschaft. Ebenfalls möchte ich Herrn Dr. W. Mertin für seine stetige Unterstützung bei den Feldversuchen danken.

Inbesondere gilt mein Dank der Deutschen Forschungsgemeinschaft, ohne deren finanzielle Hilfe diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

LEBENS LAUF

Als Sohn des Metzgermeisters Zekeriye Özcürümez und dessen Ehefrau Naime, geborene Pehlivan, wurde ich am 1.4.1939 in Tarsus/Kreis İçel (Mersin)-Türkei geboren. Von 1946 bis 1951 besuchte ich die Volksschule und anschließend das "Tarsus American College" in Tarsus-Türkei. Ich bestand das Abitur am 20. Juni 1958. Daran anschließend arbeitete ich in der Türkei bis Ende 1959 auf landwirtschaftlichem Gebiet.

Zum Militärdienst wurde ich am 5. Januar 1960 eingezogen und diente bis Juli 1961 als Reserve-Offizier in der türkischen Armee. Nach Beendigung des Militärdienstes fuhr ich nach Deutschland.

Bis Oktober 1962 arbeitete ich in Deutschland und anschließend ließ ich mich für den deutschen Sprachkurs für Ausländer in Gießen einschreiben. Nach der bestandenen deutschen Sprachprüfung war ich in der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Justus Liebig-Universität in Gießen, Fachrichtung Physik, immatrikuliert. Ich wechselte nach dem 4. Semester zum landwirtschaftlichen Studium über. Bis zum 27. Januar 1970 absolvierte ich das landwirtschaftliche Studium an der Justus Liebig-Universität in Gießen mit Abschluß als Diplom-Agrar-Ingenieur.

Als wissenschaftlicher Mitarbeiter war ich für 1 1/2 Jahre auf dem staatlichen Versuchsgut in Menemen-Izmir-Türkei mit Versuchen beschäftigt, welche ich für meine Dissertation benötigte.

Nach meiner Rückkehr 1972 bis heute befaßte ich mich mit der Anfertigung der vorliegenden Arbeit.

FOTO-DRUCK LENZ · 63 Gießen · Riegelplad 32/Ecke Ludwigstraße
Telefon 0641-77449